

生 物

本试卷共 100 分,考试时间 90 分钟。

一、本部分共 15 题,每题 2 分,共 30 分。在每题列出的四个选项中,选出最符合题目要求的一项。

1. 2025 年,国家持续推进“体重管理年”行动。为践行“健康饮食、科学运动”,应持有的正确认识是 ()

- A. 饮食中元素种类越多所含能量越高
B. 饮食中用糖代替脂肪即可控制体重
C. 无氧运动比有氧运动更有利于控制体重
D. 在生活中既要均衡饮食又要适量运动

2. 下图是植物细胞局部亚显微结构示意图。在有氧呼吸过程中,细胞不同部位产生 ATP 的量不同。以下选项正确的是 ()



3. 某种加酶洗衣粉包装袋上注有下列信息:本品含有蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶;洗涤前先浸泡 15~20 min,特别脏的衣物可减少浸泡用水量;请勿使用 60 ℃ 以上热水。下列叙述错误的是 ()

- A. 该洗衣粉含多种酶,不适合洗涤纯棉衣物
B. 洗涤前浸泡有利于酶与污渍结合催化其分解
C. 减少浸泡衣物的用水量可提高酶的浓度
D. 水温过高导致酶活性下降

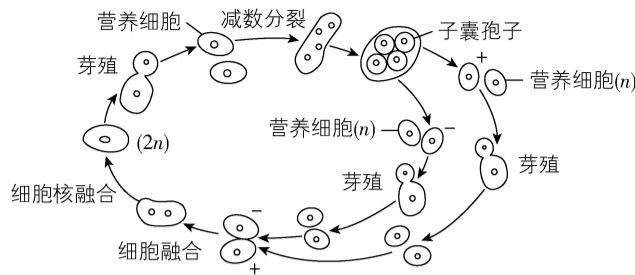
4. 科学家对线虫进行诱变,发现 C3 基因功能缺失突变体中本应凋亡的细胞存活,C9 基因功能缺失突变体中本不应凋亡的细胞发生凋亡。下列叙述错误的是 ()

- A. C3 基因促进细胞凋亡
B. C9 基因抑制细胞凋亡
C. 细胞凋亡不利于线虫发育
D. 细胞凋亡受基因的调控

5. 1958 年,Meselson 和 Stahl 通过¹⁵N 标记 DNA 的实验,证明了 DNA 的半保留复制。关于这一经典实验的叙述正确的是 ()

- A. 因为¹⁵N 有放射性,所以能够区分 DNA 的母链和子链
B. 得到的 DNA 带的位置有三个,证明了 DNA 的半保留复制
C. 将 DNA 变成单链后再进行离心也能得到相同的实验结果
D. 选择大肠杆菌作为实验材料是因为它有环状质粒 DNA

6. 用于啤酒生产的酿酒酵母是真核生物,其生活史如图。



下列叙述错误的是 ()

- A. 子囊孢子都是单倍体
B. 营养细胞均无同源染色体
C. 芽殖过程中不发生染色体数目减半
D. 酿酒酵母可进行有丝分裂,也可进行减数分裂

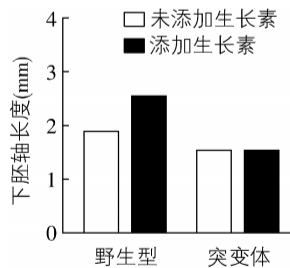
7. 抗维生素 D 佝偻病是一种伴 X 染色体显性遗传病。正常女子与男患者所生子女患该病的概率是 ()

- A. 男孩 100%
B. 女孩 100%
C. 男孩 50%
D. 女孩 50%

8. 蝴蝶幼虫取食植物叶片,萝藦类植物进化出产生 CA 的能力,CA 抑制动物细胞膜上 N 酶的活性,对动物产生毒性,从而阻止大部分蝴蝶幼虫取食。斑蝶类蝴蝶因 N 酶发生了一个氨基酸替换而对 CA 不敏感,其幼虫可以取食萝藦。下列叙述错误的是 ()

- A. 斑蝶类蝴蝶对 CA 的适应主要源自基因突变和选择
B. 斑蝶类蝴蝶取食萝藦可减少与其他蝴蝶竞争食物
C. N 酶基因突变导致斑蝶类蝴蝶与其他蝴蝶发生生殖隔离
D. 萝藦类植物和斑蝶类蝴蝶的进化是一个协同进化的实例

9. 油菜素内酯可促进 Z 蛋白进入细胞核调节基因表达,进而促进下胚轴生长。用生长素分别处理野生型和 Z 基因功能缺失突变体的拟南芥幼苗,结果如图。综合以上信息,不能得出的是 ()



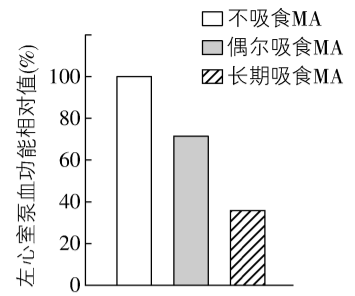
- A. Z 蛋白是油菜素内酯信号途径的组成成分
B. 生长素和油菜素内酯都能调控下胚轴生长
C. 生长素促进下胚轴生长依赖于 Z 蛋白
D. 油菜素内酯促进下胚轴生长依赖于生长素

10. 外科医生给足外伤患者缝合伤口时,先在伤口附近注射局部麻醉药,以减轻患者疼痛。局部麻醉药的作用原理是 ()

- A. 降低伤口处效应器的功能
B. 降低脊髓中枢的反射能力
C. 阻断相关传出神经纤维的传导
D. 阻断相关传入神经纤维的传导

11. 为了解甲基苯丙胺(MA,俗称冰毒)对心脏功能的影响,研究者比较了吸食与不吸食 MA 人群左心室的泵血能力,结果如图。下列叙述正确的是 ()

- A. 滥用 MA 会导致左心室收缩能力下降
- B. 左心室功能的显著下降导致吸食 MA 成瘾
- C. MA 可以阻断神经对心脏活动的调节
- D. MA 通过破坏血管影响左心室泵血功能



12. 塞罕坝曾森林茂密,后来由于人类活动破坏而逐渐变成荒原。上世纪 60 年代以来,林业工人不断努力,种植了华北落叶松等多种树木,如今已将森林覆盖率提高到 75%以上,成为人类改善自然环境的典范。下列叙述错误的是 ()

- A. 塞罕坝造林经验可推广到各类荒原的治理,以提高森林覆盖率
- B. 植树造林时要尽量种植多种树木,以利于提高生态系统稳定性
- C. 塞罕坝的变化说明,人类活动可以影响群落演替的进程和方向
- D. 与上世纪 60 年代相比,现在塞罕坝生态系统的固碳量大幅增加

13. 近年来,北京建设了许多大型湿地公园,对于生态环境的改善产生了积极作用。以下关于湿地公园生态功能的叙述错误的是 ()

- A. 调蓄洪水,减缓水旱灾害
- B. 改变温带季风气候
- C. 自然净化污水
- D. 为野生动物提供栖息地

14. 动物细胞培养基一般呈淡红色。某次实验时,调控 pH 的 CO₂ 耗尽,培养基转为黄色。由此推断使培养基呈淡红色的是 ()

- A. 必需氨基酸
- B. 抗生素
- C. 酸碱指示剂
- D. 血清

15. “探究植物细胞的吸水和失水”实验中,在清水和 0.3 g/mL 蔗糖溶液中处于稳定状态的细胞如图。以下叙述错误的是 ()

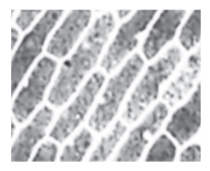


图 1 清水

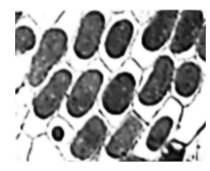


图 2 蔗糖溶液

- A. 图 1,水分子通过渗透作用进出细胞
- B. 图 1,细胞壁限制过多的水进入细胞
- C. 图 2,细胞失去的水分子是自由水
- D. 与图 1 相比,图 2 中细胞液浓度小

二、本部分共 6 题,共 70 分。

16. (12 分)某同学因颈前部疼痛,伴有发热、心慌、多汗而就医。医生发现其甲状腺有触痛,血液中甲状腺激素 T₄ 水平升高,诊断为亚急性甲状腺炎。该同学查阅有关资料,了解到甲状腺由许多滤泡构成,每个滤泡由一层滤泡上皮细胞围成(图 1),T₄ 在滤泡腔中合成并储存;发病之初,甲状腺滤泡上皮细胞受损;多数患者发病后,甲状腺摄碘率和血液中相关激素水平的变化如图 2。

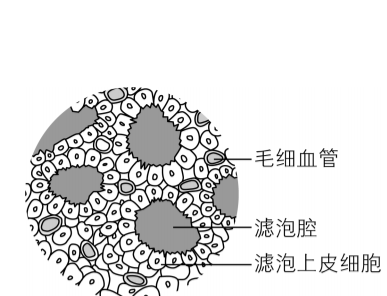


图 1

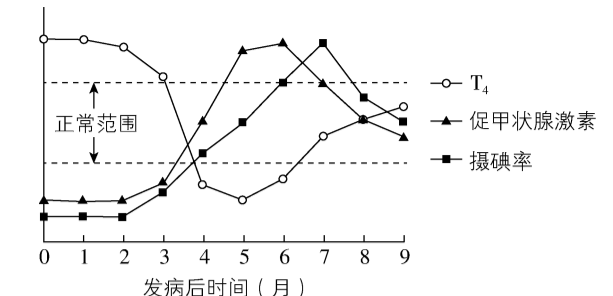
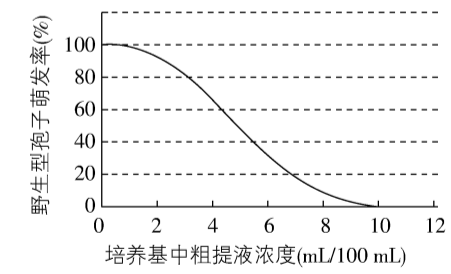


图 2

- (1)在人体各系统中,甲状腺属于_____系统。
- (2)在滤泡上皮细胞内的碘浓度远高于组织液的情况下,细胞依然能摄取碘,这种吸收方式是_____。
- (3)发病后的 2 个月内,血液中 T₄ 水平高于正常的原因是甲状腺滤泡上皮细胞受损导致_____。
- (4)发病 7 个月时,该同学复查结果显示:T₄ 水平恢复正常,但摄碘率高于正常。家长担心摄碘率会居高不下。请根据 T₄ 分泌的调节过程向家长做出解释以打消其顾虑:_____。
- (5)发病 8 个月后,T₄ 会在正常范围内上下波动,表明甲状腺功能恢复正常。由此推测,甲状腺中的_____结构已恢复完整。

17. (12 分)链霉菌 A 能产生一种抗生素 M,可用于防治植物病害,但产量很低。为提高 M 的产量,科研人员用紫外线和亚硝酸对野生型链霉菌 A 的孢子悬液进行诱变处理,筛选 M 产量提高的突变体(M⁺株),以应用于农业生产。

- (1)紫外线和亚硝酸均通过改变 DNA 的_____,诱发基因突变。
- (2)因基因突变频率低,孢子悬液中突变体占比很低;又因基因突变的_____性,M⁺株在全部突变体中的占比低。要获得 M⁺株,需进行筛选。
- (3)链霉菌 A 主要进行孢子繁殖。研究者对链霉菌 A 发酵液进行了粗提浓缩,得到粗提液,测定粗提液对野生型链霉菌 A 孢子萌发的影响,结果如图。



- 由图可知,粗提液对野生型孢子萌发有_____作用。
- (4)随后研究者进行筛选实验。诱变处理后,将适量孢子悬液涂布在含有不同浓度粗提液的筛选平板上,每个浓度的筛选平板设若干个重复,28 ℃培养 7 天。从每个浓度的筛选平板上挑取 100 个单菌落,再次分别培养后逐一测定 M 产量,统计结果如表。

组别	I	II	III	IV	V	VI
筛选平板中粗提液浓度 (mL/100 mL)	2	5	8	10	12	15
所取菌落中 M ⁺ 株占比 (%)	0	13	25	65	20	3

①用图中信息,解释表中Ⅳ组 M⁺株占比明显高于Ⅲ组的原因:_____。

②表中Ⅲ组和Ⅴ组中 M⁺株占比接近,但在筛选平板上形成的菌落有差异。下列叙述正确的有_____ (多选)。

- A. Ⅲ组中有野生型菌落,而Ⅴ组中没有野生型菌落
B. Ⅴ组中有 M 产量未提高的突变体菌落,而Ⅲ组中没有
C. 与Ⅲ组相比,诱变处理后的孢子悬液中更多的突变体在Ⅴ组中被抑制
D. 与Ⅲ组相比,诱变处理后的孢子悬液中更多的 M⁺株在Ⅴ组中被抑制

综上所述,用粗提液筛选是获得 M⁺株的有效方法。

18. (12分)植物的光合作用效率与叶绿体的发育(形态结构建成)密切相关。叶绿体发育受基因的精细调控,以适应环境。科学家对光响应基因 BG 在此过程中的作用进行了研究。

(1)实验中发现一株叶绿素含量升高的拟南芥突变体。经鉴定,其 BG 基因功能缺失,命名为 bg。图 1 是使用_____观察到的叶绿体亚显微结构。与野生型相比,可见突变体基粒(“[”所示)中的_____增多。

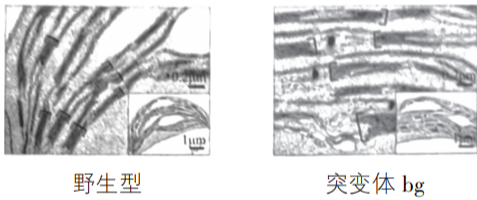


图 1

(2)已知 GK 蛋白促进叶绿体发育相关基因的转录,BG 蛋白可以与 GK 蛋白结合。研究者构建了 GK 功能缺失突变体 gk(叶绿素含量降低)及双突变体 bggk。对三种突变体进行观察,发现双突变体的表型与突变体_____相同,由此推测 BG 通过抑制 GK 的功能影响叶绿体发育。

(3)为进一步证明 BG 对 GK 的抑制作用并探索其作用机制,将一定浓度的 GK 蛋白与系列浓度 BG 蛋白混合后,再加入 GK 蛋白靶基因 CAO 的启动子 DNA 片段,反应一段时间后,经电泳检测 DNA 所在位置,结果如图 2。分析实验结果可得出 BG 抑制 GK 功能的机制是_____。

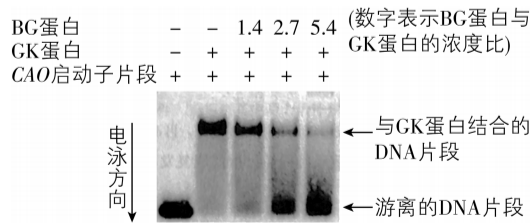


图 2

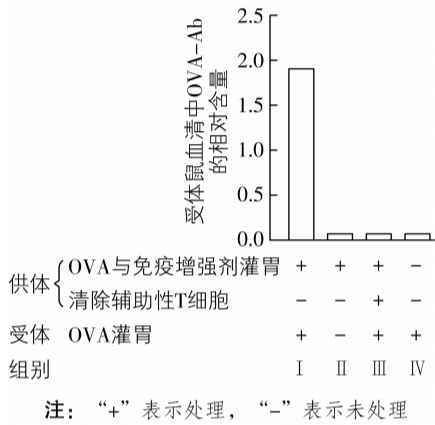
(4)基于突变体 bg 的表型,从进化与适应的角度推测光响应基因 BG 存在的意义:_____。

19. (12分)食物过敏在人群中常见、多发,会反复发生,且可能逐渐加重。卵清蛋白(OVA)作为过敏原可激发机体产生特异性抗体(OVA-Ab),引发过敏反应。研究者将野生型小鼠(供体)的脾细胞转移给缺失 T、B 淋巴细胞的免疫缺陷小鼠(受体),通过系列实验,探究 OVA 引起过敏反应的机制。

(1)脾脏是_____细胞集中分布和特异性免疫发生的场所。

(2)用混有免疫增强剂的 OVA 给供体鼠灌胃,B 细胞受刺激后活化、分裂并_____。

3 个月后,通过静脉注射将供体鼠的脾细胞转移给受体鼠,然后仅用 OVA 对受体鼠进行灌胃,数天后,检测受体鼠血清中的 OVA-Ab 水平(图中 I 组)。Ⅳ组供体鼠不经灌胃处理,其他处理同 I 组。比较 I、Ⅳ组结果可知,只用 OVA 不能引起初次免疫,I 组受体鼠产生的 OVA-Ab 是_____免疫的结果。

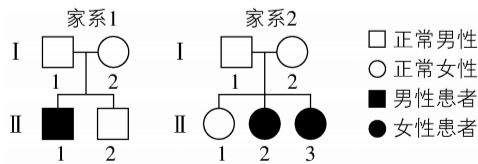


(3)如图所示,脾细胞转移后,Ⅱ组受体鼠未进行 OVA 灌胃,Ⅲ组供体鼠在脾细胞转移前已清除了辅助性 T 细胞,其他处理同 I 组。在脾细胞转移前,各组供体鼠均检测不到 OVA 特异的浆细胞和 OVA-Ab。分析各组结果,在 I 组受体鼠快速产生大量 OVA-Ab 的过程中,三种免疫细胞的关系是_____。

(4)某些个体发生食物过敏后,即使很多年没有接触过敏原,再次接触时仍会很快发生过敏。结合文中信息可知,导致长时间后过敏反应复发的关键细胞及其特点是_____。

20. (11分)Usher 综合征(USH)是一种听力和视力受损的常染色体隐性遗传病,分为 α 型、β 型和 γ 型。已经发现至少有 10 个不同基因的突变都可分别导致 USH。在小鼠中也存在相同情况。

(1)两个由单基因突变引起的 α 型 USH 的家系如图。



①家系 1 的 II-2 是携带者的概率为_____。

②家系 1 的 II-1 与家系 2 的 II-2 之间婚配,所生子女均正常,原因是_____。

(2)基因间的相互作用会使表型复杂化。例如,小鼠在单基因 G 或 R 突变的情况下,gg 表现为 α 型,rr 表现为 γ 型,而双突变体小鼠 ggrr 表现为 α 型。表型正常的 GgRr 小鼠间杂交,F₁ 表型及占比为正常 $\frac{9}{16}$ 、 α 型 $\frac{3}{8}$ 、 γ 型 $\frac{1}{16}$ 。F₁ 的 α 型个体中杂合子的基因型有_____。

(3)r 基因编码的 R^N 蛋白比野生型 R 蛋白易于降解,导致 USH。因此,抑制 R^N 降解是治疗 USH 的一种思路。已知 R^N 通过蛋白酶体降解,但抑制蛋白酶体的功能会导致细胞凋亡,因而用于治疗的药物需在增强 R^N 稳定性的同时,不抑制蛋白酶体功能。红色荧光蛋白与某蛋白的融合蛋白以及绿色荧光蛋白与 R^N 的融合蛋白都通过蛋白酶体降解,研究者制备了同时表达这两种融合蛋白的细胞,在不加入和加入某种药物时均分别测定两种荧光强度。如果该药物符合要求,则加药后的检测结果是_____。

(4)将野生型 R 基因连接到病毒载体上,再导入患者内耳或视网膜细胞,是治疗 USH 的另一种思路。为避免对患者的潜在伤害,保证治疗的安全性,用作载体的病毒必须满足一些条件。请写出其中两个条件并分别加以解释。

21. (11 分)学习以下材料,回答(1)~(4)题。

野生动物个体识别的新方法

识别野生动物个体有助于野外生态学的研究。近年,人们发现可以从动物粪便中提取该动物的 DNA,PCR 扩增特定的 DNA 片段,测定产物的长度或序列,据此可识别个体,在此基础上可以获得野生动物的多种生态学信息。

微卫星 DNA 是一种常用于个体识别的 DNA 片段,广泛分布于核基因组中。每个微卫星 DNA 是一段串联重复序列,每个重复单位长度为 2~6 bp(碱基对),重复数可以达到几十个(图 1)。基因组中有很多个微卫星 DNA,分布在不同位置。每个位置的微卫星 DNA 可视为一个“基因”,由于重复单位的数目不同,同一位置的微卫星“基因”可以有多个“等位基因”,能组成多种“基因型”。分析多个微卫星“基因”,可得到个体特异的“基因型”组合,由此区分开不同的个体。

依据微卫星“基因”两侧的旁邻序列(图 1),设计并合成特异性引物,PCR 扩增后,检测扩增片段长度,即可得知所测个体的“等位基因”(以片段长度命名),进而获得该个体的“基因型”。例如,图 2 是对某种哺乳动物个体 A 和 B 的一个微卫星“基因”进行扩增后电泳分析的结果示意图,个体 A 的“基因型”为 177/183。

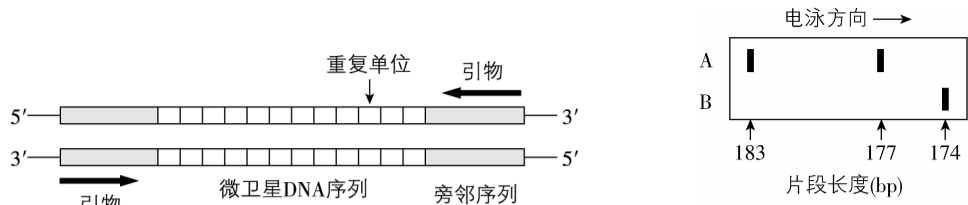


图 1

图 2

有一个远离大陆的孤岛,陆生哺乳动物几乎无法到达,人类活动将食肉动物貉带到该岛上。科学家在岛上采集貉的新鲜粪便,提取 DNA,扩增并分析了 10 个微卫星“基因”,结果在 30 份样品中成功鉴定出个体(如表)。几个月后再次采集貉的新鲜粪便,进行同样的分析,在 40 份样品中成功鉴定出个体(如表)。据此,科学家估算出该岛上貉的种群数量。

表 两次采样所鉴定出的貉的个体编号

第一次采集的 30 份粪便样品所对应的个体编号										
N01	N02	N03	N04	N05	N06	N07	N08	N08	N09	N10
N11	N12	N12	N13	N14	N14	N15	N16	N17	N18	N18
N19	N20	N21	N22	N22	N23	N24	N24			
第二次采集的 40 份粪便样品所对应的个体编号										
N03	N04	N05	N08	N09	N09	N12	N14	N18	N23	N24
N25	N26	N26	N26	N27	N28	N29	N30	N30	N31	N32
N32	N33	N33	N33	N34	N35	N36	N37	N38	N39	N40
N41	N42	N43	N44	N44	N45	N46				

- 图 2 中个体 B 的“基因型”为_____。
- 使用微卫星 DNA 鉴定个体时,能区分的个体数是由微卫星“基因”的数目和_____的数目决定的。
- 科学家根据表中信息,使用了_____法的原理来估算这个岛上貉的种群数量,计算过程及结果为_____。
- 在上述研究基础上,利用现有 DNA 样品,设计一个实验方案,了解该岛貉种群的性别比例。

卷

►2025 年普通高中学业水平等级性考试(北京卷)

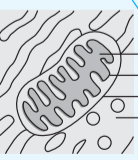
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
答案	D	C	A	C	B	B	B	C	D	D	A	A	B	C	D

1. D 【命题点】健康饮食、科学运动

【深度解析】饮食中元素种类与能量高低并无直接关系,A 错误;饮食中摄入过多的糖,人体会将富余的糖转化为脂肪,故用糖代替脂肪不可控制体重,B 错误;有氧运动时为机体提供能量的有氧呼吸强度比无氧运动大,而有氧呼吸对底物的分解更彻底,因此,有氧运动更有利于控制体重,C 错误;在生活中既要均衡饮食控制能量摄入,又要适量运动消耗能量,D 正确。

2. C 【命题点】有氧呼吸的过程及能量变化

题图解读



1为线粒体基质,是有氧呼吸第二阶段的发生场所,丙酮酸在此分解为 CO_2 和 $[\text{H}]$,并产生少量ATP

2为线粒体内膜,是有氧呼吸第三阶段的发生场所,前两个阶段产生的 $[\text{H}]$ 在此经过一系列的化学反应,与氧结合形成水,同时产生大量的ATP

3为线粒体外膜,有氧呼吸并未在此发生,不产生ATP, C正确

4为细胞质基质,是有氧呼吸第一阶段的发生场所,葡萄糖在此初步分解为丙酮酸,并产生少量ATP

3. A 【命题点】酶

【深度解析】加酶洗衣粉含有蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶,纯棉衣物富含纤维素,根据酶的专一性,该洗衣粉不会对纯棉衣物造成损伤,适合洗涤,A 错误;洗涤前浸泡有利于酶与底物(污渍)充分结合,催化其分解,B 正确;减少浸泡衣物的用水量可提高酶的浓度,C 正确;蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶的化学本质均为蛋白质,水温过高会导致酶的空间结构发生改变,使酶活性下降,D 正确。

4. C 【命题点】细胞凋亡、基因的功能

【深度解析】C3 基因功能缺失突变体中本应凋亡的细胞存活,说明 C3 基因促进细胞凋亡,A 正确;C9 基因功能缺失突变体中本不应凋亡的细胞发生凋亡,说明 C9 基因抑制细胞凋亡,B 正确;细胞凋亡是由基因所决定的细胞自动结束生命的过程,是一种程序性死亡,细胞凋亡对机体的生长发育是有利的(常考点:细胞凋亡与细胞坏死的区别),C 错误,D 正确。

5. B 【命题点】DNA 的半保留复制

【深度解析】 ^{15}N 不具有放射性,A 错误;该实验中亲代只有重带,子一代只有中带,子二代有中带和轻带,证明了 DNA 的半保留复制,B 正确;DNA 复制是半保留复制,若将 DNA 变成单链后再进行离心无法得到相同的实验结果,只能得到两种 DNA 带, ^{14}N 的轻带和 ^{15}N 的重带,C 错误;选择大肠杆菌作为实验材料的原因是大肠杆菌繁殖很快,在合适的条件下,分裂一次仅需要 20 min,大肠杆菌是原核生物,没有染色体,裸露的 DNA 方便提取,D 错误。

6. B 【命题点】细胞增殖

【深度解析】由图可知,酵母菌的一个营养细胞经过减数分裂形成四个子囊孢子,一个子囊孢子发育为一个染色体组成为 n 的营养细胞,故子囊孢子内只有一个染色体组,为单倍体细胞,A 正确;由图可知,营养细胞有两种类型,一种类型是经细胞融合、细胞核融合并芽殖后产生的,该营养细胞的染色体组成为 $2n$,含有同源染色体,另外一种是由子囊孢子形成的,染色体组成为 n ,没有同源染色体,B 错误;由题图可知,芽殖后亲子代细胞染色体数目一致,不存在染色体数目减半的过程,C 正确;由图可知,酿酒酵母既可以在芽殖过程进行有丝分裂,也可进行减数分裂产生子囊孢子,D 正确。

7. B 【命题点】伴性遗传

【深度解析】抗维生素 D 佝偻病是伴 X 染色体显性遗传病,假设相关基因用 D/d 表示,则正常女子的基因型为 X^dX^d ,男患者的基因型为 X^DY ,两者婚配后,后代基因型为 X^DX^d 和 X^dY ,后代女孩全患病,男孩全正常,故选 B。

快解

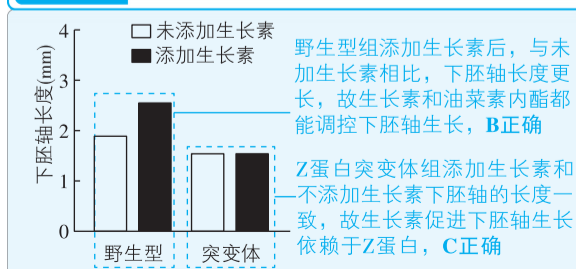
伴 X 染色体显性遗传病的特点是男病母女病,所以男患者的女儿一定患病,可快速判断 B 符合题意。

8. C 【命题点】自然选择和协同进化

【深度解析】斑蝶类蝴蝶与其他蝴蝶本就存在生殖隔离,不是 N 酶基因突变导致的(易错点:是否出现生殖隔离需要看它们之间能否交配产生可育后代),C 错误。

9. D 【命题点】植物激素调节植物的生长发育

题图解读



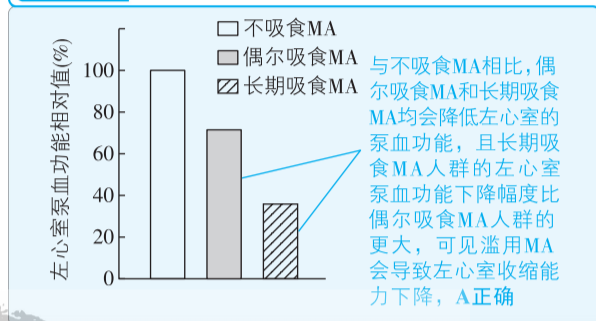
【深度解析】由题干可知,油菜素内酯可促进 Z 蛋白进入细胞核调节基因表达,进而促进下胚轴生长,故 Z 蛋白是油菜素内酯信号途径的组成成分,A 正确;本实验只能说明生长素通过 Z 蛋白促进下胚轴生长,题干信息只能说明油菜素内酯可促进 Z 蛋白进入细胞核调节基因表达,进而促进下胚轴生长,但无法得知油菜素内酯和生长素的关系,D 错误。

10. D 【命题点】反射弧的结构及作用

【深度解析】疼痛在大脑皮层产生,减轻患者疼痛可减少疼痛信号的传入,但不能影响脊髓的反射能力,否则会导致患者无法行动,故局部麻醉药的作用为阻断相关传入神经纤维的传导,D 符合题意。

11. A 【命题点】神经调节、药物对神经调节的影响

题图解读



【深度解析】吸食 MA 成瘾会导致左心室功能下降,B 错误;MA 可以减弱神经对心脏活动的调节,而不是阻断,C 错误;由题无法得出 MA 破坏血管,D 错误。

12. A 【命题点】群落演替、生态系统的稳定性

【深度解析】不同荒原的气候环境不同,物种组成也不同,因此塞罕坝的造林经验不能推广到各类荒原的治理,A 错误;植树造林时种植多种树木,可以提高生态系统的物种多样性,进而提高生态系统的稳定性(常考点:一般来说,生态系统物种组成越复杂,营养结构也越复杂,生态系统稳定性越高),B 正确;由于人类活动的破坏和治理,塞罕坝经历了森林→荒原→森林的变化,说明人类活动可以影响群落演替的进程和方向,C 正确;从上世纪 60 年代以来,塞罕坝由荒原变为森林,植物种类和数量增多,固碳量大幅增加,D 正确。

13. B 【命题点】生态系统的间接价值

【深度解析】湿地是“地球之肾”,建立湿地公园可以调蓄洪水,减缓水旱灾害,自然净化污水,为野生动物提供栖息地等,A、C、D 正确,湿地公园主要通过调节区域小气候来影响局部环境,但其影响范围有限,无法改变温带季风气候,B 错误。

14. C 【命题点】动物细胞培养的条件

【深度解析】细胞培养通常在含有 95% 空气和 5% CO_2 的培养箱中进行,当 CO_2 耗尽时会使培养液酸性增强,培养基颜色改变,由此可见使培养基呈现淡红色的是酸碱指示剂,C 正确。

15. D 【命题点】水分子进出细胞的方式、植物细胞的吸水和失水

【深度解析】与图 1 相比,图 2 中细胞液浓度大,D 错误。

16. (除标注外,每空 2 分,共 12 分)

- (1) 内分泌
- (2) 主动运输
- (3) 滤泡腔内储存的 T_4 大量释放到血液中
- (4) T_4 分泌的过程中存在分级调节和反馈调节,摄碘率增高后会促进 T_4 合成和释放,当血液中 T_4 含量增多时会抑制促甲状腺激素释放激素和促甲状腺激素的分泌,进而减少甲状腺激素的合成,从而降低摄碘率(4 分)
- (5) 滤泡(或滤泡上皮细胞)

【命题点】甲状腺激素的调节

【深度解析】(1) 甲状腺可分泌甲状腺激素,属于内分泌系统(常考点:甲状腺是内分泌腺,是内分泌系统的重要组成部分)。

(2) 若滤泡上皮细胞内的碘浓度远高于组织液,细胞从组织液吸收碘离子是从低浓度到高浓度,属于主动运输。

(3) 甲状腺由许多滤泡构成,每个滤泡由一层滤泡上皮细胞围成, T_4 在滤泡腔中合成并储存,故发病后的2个月内,血液中 T_4 水平高于正常是甲状腺滤泡上皮细胞受损导致滤泡腔中储存的 T_4 大量释放到血液中。

(4) T_4 分泌的过程中存在分级调节和反馈调节。摄碘率增高后会促进 T_4 合成和释放,当血液中 T_4 含量增多时会抑制促甲状腺激素释放激素和促甲状腺激素的分泌,进而减少甲状腺激素的合成,从而降低摄碘率。

(5) T_4 在滤泡腔中合成并储存,发病8个月后, T_4 会在正常范围内上下波动,表明甲状腺功能恢复正常。由此推测,甲状腺中的滤泡(上皮细胞)结构已恢复完整。

17. (除标注外,每空2分,共12分)

(1) 碱基序列(或脱氧核苷酸序列)

(2) 不定向性和随机

(3) 抑制

(4) ①粗提液浓度为10 mL/100 mL时,野生型孢子萌发率为0,Ⅳ组 M^+ 株在竞争中占据明显优势(4分)

②AD

【命题点】基因突变、微生物培养

【深度解析】(1) 紫外线为物理诱变因素,亚硝酸为化学诱变因素,二者均可通过改变DNA的碱基序列(或脱氧核苷酸序列),诱发基因突变。

(2) 基因突变具有普遍性、随机性、低频性、不定向性,由于基因突变频率低,孢子悬液中突变体占比很低;又因基因突变的不定向性和随机性, M^+ 株在全部突变体中的占比低。

(3) 由图可知,野生型孢子萌发率随培养基中粗提液浓度的增大而逐渐减小,可见粗提液对野生型孢子萌发有抑制作用。

(4) ①由题图和题表分析可知,Ⅲ组粗提液浓度为8 mL/100 mL,野生型孢子萌发率为10%左右,此时野生型和突变型 M^+ 存在竞争,而Ⅳ组粗提液浓度为10 mL/100 mL,野生型孢子萌发率为0, M^+ 株在竞争中占据明显优势,因此Ⅳ组 M^+ 株占比明显高于Ⅲ组。

②表中Ⅲ组和Ⅴ组中 M^+ 株占比接近,但在筛选平板上形成的菌落有差异。Ⅲ组粗提液浓度为8 mL/100 mL,此时野生型孢子萌发率为10%左右,存在野生型菌落,而Ⅴ组粗提液浓度为12 mL/100 mL,此时野生型孢子萌发率为0,因此Ⅴ组中没有野生型菌落,A正确;Ⅴ组培养基中没有野生型,但 M^+ 株占比少,因此推测Ⅴ组可能还存在有M产量未提高的突变体菌落,Ⅲ组也可能存在M产量未提高的突变体菌落,与Ⅲ组相比,经诱变处理后的孢子悬液中有更多的 M^+ 株在Ⅴ组中被抑制,B、C错误,D正确。

18. (除标注外,每空2分,共12分)

(1) 电子显微镜 类囊体

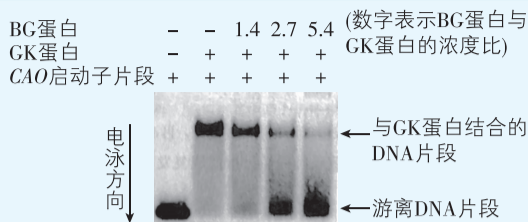
(2) gk

(3) BG蛋白可以抑制GK蛋白与靶基因CAO的启动子DNA片段的结合,并且随着BG蛋白浓度的升高,抑制作用越强,从而导致GK蛋白不能调控CAO基因的表达,进而影响叶绿体的发育(3分)

(4) 在强光下,BG通过抑制叶绿体过度发育(如减少类囊体数量),避免光能过剩导致光损伤,使植物更好地适应强光环境(3分)

【命题点】光合作用调节机制

题图解读



题图2显示实验分为五组,从左至右分别为1~5组,1组和2组对照说明GK蛋白可以结合靶基因CAO的启动子DNA片段,2、3、4和5组相互对照说明BG蛋白可以抑制GK蛋白与CAO基因的启动子DNA片段结合,并且随着浓度升高,抑制作用增强。

【深度解析】(1) 叶绿体的亚显微结构需要通过电子显微镜进行观察。通过比较题图1中野生型和突变体bg的叶绿体亚显微结构图差异,可发现突变体粒粒中的类囊体增多。

(2) 从题干结论“BG通过抑制GK的功能影响叶绿体发育”可知,当GK基因突变时,BG基因也发挥不了作用(相当于BG基因是否突变不影响表型),说明双突变体(BG基因突变、GK基因突变)和突变体gk(GK基因突变,BG基因正常)表型一致。

(3) 根据题干分析,GK蛋白可以结合靶基因CAO的启动子片段,并且调控CAO基因的表达,进而影响叶绿体的发育,而BG蛋白可以抑制GK蛋白与CAO基因的启动子片段结合,并且随着浓度升高,抑制作用增强。

(4) 光响应基因BG决定了植物对光的响应能力,根据以上分析,推测光响应基因BG存在的意义见答案。

19. (除标注外,每空2分,共12分)

(1) 免疫

(2) 分化为浆细胞和记忆B细胞 二次

(3) 辅助性T细胞活化记忆B细胞增殖分化产生浆细胞,浆细胞产生OVA-Ab(3分)

(4) 记忆B细胞;寿命长,可保留对过敏原的记忆,再次受到相同过敏原的刺激后,可快速增殖分化为浆细胞和记忆B细胞(3分)

【命题点】过敏反应、特异性免疫

【深度解析】(1) 脾脏作为免疫器官,是免疫细胞集中分布和特异性免疫发生的场所。

(2) OVA可作为过敏原(抗原)刺激B细胞增殖分化为浆细胞和记忆B细胞。对题图的I组和Ⅳ组进行对比分析,发现I组供体小鼠用OVA和免疫增强剂进行了灌胃,这就导致供体中产生了针对OVA的记忆B细胞;3个月后,记忆B细胞通过静脉注射进入受体鼠体内,再用OVA对受体鼠进行灌胃,此时触发二次免疫,记忆B细胞快速增殖分化产生浆细胞,浆细胞产生大量OVA-Ab,而Ⅳ组仅对受体鼠灌胃OVA,受体鼠血清中几乎检测不到OVA-Ab,说明只用OVA不能引起初次免疫,I组供体小鼠产生的OVA-Ab是二次免疫的结果。

(3) 分析I组和Ⅲ组可知,当清除供体鼠的辅助性T细胞后,即使将供体鼠的脾细胞注射给受体,受体鼠也不能产生二次免疫,说明记忆B细胞需要辅助性T细胞的活化,另外各组供体鼠均检测不到OVA特异的浆细胞,说明受体中产生OVA-Ab的浆细胞均为二次免疫的记忆B细胞增殖分化产生的。

(4) 由上述分析可知,二次免疫最主要的细胞就是记忆B细胞,该细胞存活时间长且对过敏原有着特异性记忆,再次接触相同抗原后,能够快速增殖分化产生浆细胞,从而产生大量抗体引发过敏反应。

- (1) 已免疫的机体,在再次接触相同的抗原时,有时会发生引发组织损伤或功能紊乱的免疫反应,这样的免疫反应称为过敏反应。
- (2) 有些人在接触过敏原时,在过敏原的刺激下,B细胞会活化产生抗体。这些抗体吸附在某些细胞(如肥大细胞)的表面。当相同的过敏原再次进入机体时,就会与吸附在细胞表面的相应抗体结合,使这些细胞释放出组胺等物质,引起毛细血管扩张、血管壁通透性增强、平滑肌收缩和腺体分泌增多,最终导致过敏者出现相应症状。
- (3) 过敏反应有快慢之分;许多过敏反应还有明显的遗传倾向和个体差异。

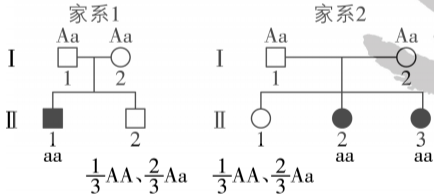
20. (除标注外,每空2分,共11分)

- (1) $\frac{2}{3}$ (1分) 家系1、2的USH由不同的单基因突变导致
- (2) ggRr, Ggrr
- (3) 绿色荧光强度增加,红色荧光强度不变
- (4) 两个条件:病毒的复制应有缺陷或不能自主复制;病毒载体不具有致病性。解释:病毒的复制应有缺陷或不能复制是为了防止病毒在体内失控扩散,保护非靶组织和他人免受感染;病毒载体不具有致病性是为了防止对患者的健康产生额外伤害,确保治疗基因的长期有效表达。(4分)

【命题点】孟德尔遗传规律、基因互作、基因治疗

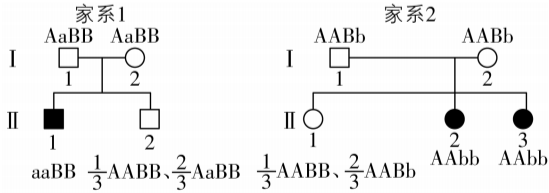
【深度解析】(1) ①由题干信息可知,Usher综合征(USH)是一种常染色体隐性遗传病,且家系1是由单基因突变引起的 α 型USH的家系,II-1患病,说明I-1和I-2为杂合子。假设家系1 α 型USH由单基因A突变导致,则II-2的基因型及概率为 $\frac{1}{3}AA$ 、 $\frac{2}{3}Aa$,所以家系1的II-2是携带者的概率为 $\frac{2}{3}$ 。

②假设家系1、2 α 型USH均由单基因A突变导致,则两家系遗传系谱图如图所示:



则家系1的II-1(aa)与家系2的II-2(aa)之间婚配,所生子女基因型为aa,一定患病,该假设错误。

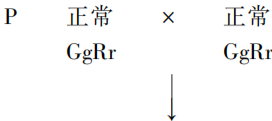
假设家系1 α 型USH由单基因A突变导致,家系2 α 型USH由单基因B突变导致,则两家系遗传系谱图如图所示:



则家系1的II-1(基因型为aaBB)与家系2的II-2(基因型为AAbb)之间婚配,所生子女基因型为AaBb,一定不患病,该假设正确(关键点:两个家系 α 型USH不是由同一种致病基因导致)。

(2) 表型正常的GgRr小鼠间杂交, F_1 表型比例为9:6:1,是9:3:3:1的变式,说明这两对等位基因独立遗传,遵循自由组合定律。又根据题干可知,gg表现为 α 型,rr表现为 γ 型,而双突变体小鼠ggrr表现为 α 型, F_1 表型及占比为正常 $\frac{9}{16}$ 、 α 型 $\frac{3}{8}$ 、 γ 型 $\frac{1}{16}$,则GGrr为 γ 型,由于基因互作,Ggrr为

α 型。相关分析如下:



	GR	gR	Gr	gr
GR	GGRR (正常)	GgRR (正常)	GGRr (正常)	GgRr (正常)
gR	GgRR (正常)	ggRR (α 型)	GgRr (正常)	ggRr (α 型)
Gr	GGRr (正常)	GgRr (正常)	GGr (γ 型)	Ggr (α 型)
gr	GgRr (正常)	ggRr (α 型)	Ggr (α 型)	ggrr (α 型)

(3) 不加该种药物时,两种融合蛋白均被蛋白酶体正常降解,荧光强度均较低。根据题干信息可以推出加药后应当增强 R^N 稳定性但不抑制蛋白酶体功能,由于绿色荧光蛋白与 R^N 的融合蛋白的降解依赖蛋白酶体,药物增强了 R^N 稳定性,使该融合蛋白降解减少,积累增多,因此绿色荧光强度增加;红色荧光蛋白与某蛋白的融合蛋白也通过蛋白酶体降解,加药物并不抑制蛋白酶体功能,因此该融合蛋白的降解不受影响,红色荧光强度不变。综上所述,加药后的检测结果应该是绿色荧光强度增加,红色荧光强度不变。

(4) 为保证治疗的安全性,用作载体的病毒应该至少满足两个条件:①病毒的复制应有缺陷或不能自主复制,如果载体病毒能够自主复制,它可能会在机体内不受控制地大量增殖,不仅感染目标细胞,还会感染其他非靶向的细胞,应通过改造将病毒中负责复制和组装的基因删除,以保证病毒载体只能有效感染靶细胞,同时不能进行自我复制;②病毒载体不能具有致病性;如果病毒具有致病性,会对患者的健康产生额外伤害,无法保证治疗的安全性。

21. (除标注外,每空2分,共11分)

- (1) 174/174
- (2) “重复单位”(或“等位基因”)
- (3) 标记重捕 $24 \times 32 \div 10 = 76.8 \approx 77$
- (4) 根据猪的Y染色体上特有的微卫星“基因”两侧的旁邻序列设计并合成特异性引物,对N01—N46个体的粪便样品进行PCR扩增,扩增后电泳进行分析,得到相应电泳条带说明相应个体为雄性,无任何条带的个体为雌性,从而可估算种群种的性别比例(3分)

【命题点】PCR技术、种群数量特征

【深度解析】(1) 个体A的电泳图含两个条带,“基因型”为177/183,说明其为杂合子,个体B只有一个条带,应为纯合子,故其“基因型”为174/174。

(2) 由题干“同一位置的微卫星‘基因’可以有多个‘等位基因’,能组成多种‘基因型’”可知,能区分的个体数是由微卫星“基因”的数目和“等位基因”的数目决定的。

(3) 题表中数据包含两次采集结果,第一次30份粪便样品对应24只猪,类似于第一次捕到24只并都做上标记,第二次40份粪便样品对应32只猪,其中10只与第一次样品中的相同,类似于第二次重捕32只,其中10只带标记。利用

标记重捕法计算公式(常考点: $\frac{\text{第一次捕获个体数}}{\text{种群数量}} = \frac{\text{第二次带标记个体数}}{\text{第二次捕获个体数}}$)可得种群数量为 $24 \times 32 \div 10 = 76.8 \approx 77$ (只)。

(4) 题述研究采用微卫星DNA进行个体识别,故推测也可通过微卫星DNA的差异进行性别鉴定,只需找出雌雄个体中的不同点即可,题中猪为哺乳动物,故性染色体组成为XX或XY。实验方案见答案。