
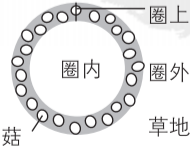


生物学

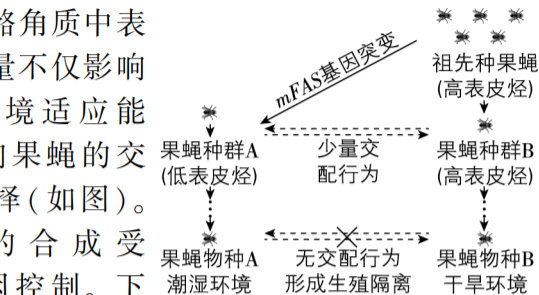
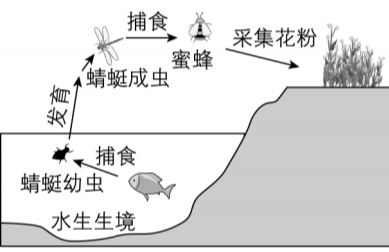
本试卷共 100 分,考试时间 75 分钟。

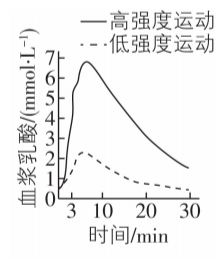
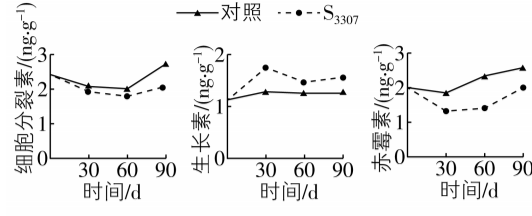
一、选择题:本大题共 16 小题,共 40 分。第 1~12 小题,每小题 2 分;第 13~16 小题,每小题 4 分。在每小题列出的四个选项中,只有一项符合题目要求。

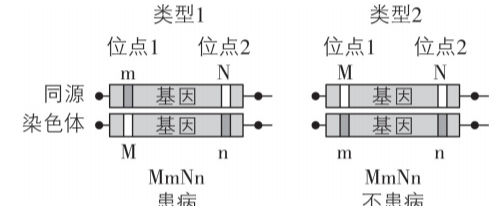
- 山水林田湖草沙冰是生命共同体。这一生态文明理念最能体现生态系统的 ()
A. 整体性 B. 独立性 C. 稳定性 D. 层次性
- 某同学使用双缩脲试剂检测豆浆中的蛋白质。下列做法错误的是 ()
A. 用蒸馏水稀释豆浆作样液
B. 在常温下检测
C. 用未加试剂的样液作对照
D. 剩余豆浆不饮用
- 罗伯特森(J. D. Robertson)提出了“蛋白质—脂质—蛋白质”的细胞膜结构模型。下列不属于该模型提出的基础的是 ()
A. 化学分析表明细胞膜中含有磷脂和胆固醇
B. 据表面张力研究推测细胞膜中含有蛋白质
C. 电镜下观察到细胞膜暗—亮—暗三层结构
D. 细胞融合实验结果表明细胞膜具有流动性
- 某同学用光学显微镜观察网球花胚乳细胞分裂,视野中(如图)可见 ()

A. 细胞质分离
B. 等位基因分离
C. 同源染色体分离
D. 姐妹染色单体分离
- 将人眼睑成纤维细胞传代培养后,再培养形成支架,在该支架上接种人口腔黏膜上皮细胞,培养一段时间后分离获得上皮细胞片层,可用于人工角膜的研究。上述过程不涉及 ()
A. 制备细胞悬液
B. 置于 5% CO₂ 等适宜条件下培养
C. 离心收集细胞
D. 用胰蛋白酶消化支架后分离片层
- 临床上常采用体表电刺激诱发神经兴奋并检测相关指标,以用于神经病变的早期诊断和疗效评价,下列分析正确的是 ()
A. 刺激后神经纤维的钠钾泵活性不变
B. 兴奋传导过程中刺激部位保持兴奋状态
C. 神经纤维上 Na⁺通道相继开放传导兴奋
D. 兴奋传导过程中细胞膜 K⁺通透性不变

- Solexa 测序是一种将 PCR 与荧光检测相结合的高通量测序技术。为了确保该 PCR 过程中,DNA 聚合酶催化一个脱氧核苷酸单位完成聚合反应后,DNA 链不继续延伸,应保护底物中脱氧核糖结构上的 ()
A. 1'-碱基 B. 2'-氢
C. 3'-羟基 D. 5'-磷酸基团
- 物质跨膜运输是维持细胞正常生命活动的基础,下列叙述正确的是 ()
A. 呼吸时 O₂ 从肺泡向肺毛细血管扩散的速率受 O₂ 浓度的影响
B. 心肌细胞主动运输 Ca²⁺时参与转运的载体蛋白仅与 Ca²⁺结合
C. 血液中葡萄糖经协助扩散进入红细胞的速率与细胞代谢无关
D. 集合管中 Na⁺与通道蛋白结合后使其通道开放进而被重吸收
- VHL 基因的一个碱基发生突变,使其编码区中某 CCA(编码脯氨酸)变成 CCG(编码脯氨酸),导致合成的 mRNA 变短,引发 VHL 综合征。该突变 ()
A. 改变了 DNA 序列中嘧啶的数目
B. 没有体现密码子的简并性
C. 影响了 VHL 基因的转录起始
D. 改变了 VHL 基因表达的蛋白序列
- 临床发现一例特殊的特纳综合征患者,其体内存在 3 种核型:“45,X”“46,XX”“47,XXX”(细胞中染色体总数,性染色体组成)。导致该患者染色体异常最可能的原因是 ()
A. 其母亲卵母细胞减数分裂 I 中 X 染色体不分离
B. 其母亲卵母细胞减数分裂 II 中 X 染色体不分离
C. 胚胎发育早期有丝分裂中 1 条 X 染色体不分离
D. 胚胎发育早期有丝分裂中 2 条 X 染色体不分离
- 草地蘑菇圈是大量蘑菇呈圈带状分布的一种生态现象(如图)。通过对圈上、圈内和圈外的植物和土壤进行调查分析,可揭示蘑菇圈形成对草地群落和土壤的影响。下列叙述错误的是 ()

A. 调查草地上植物和土壤分别采用样方法和取样器

- 圈上植物长得高呈现明显的圈带形成草地群落垂直结构
- 蘑菇菌丝促进土壤有机质分解使圈上土壤速效养分增加
- 圈上植物种群的优势度增加可影响草地群落的物种组成

- 果蝇外骨骼角质中表皮烃的含量不仅影响果蝇的环境适应能力,也影响果蝇的交配对象选择(如图)。表皮烃的合成受 *mFAS* 基因控制。下列叙述错误的是 ()

A. 突变和自然选择驱动果蝇物种 A 和物种 B 的形成
B. 自然选择使具有低表皮烃性状的果蝇适应潮湿环境
C. 果蝇种群 A 和种群 B 交配减少加速了新物种的形成
D. *mFAS* 基因突变带来的双重效应足以导致生殖隔离
- 食物链可以跨越不同生境(如图)。下列分析正确的是 ()

A. 蜜蜂和油菜之间是互利共生关系
B. 鱼在该食物链中属于四级消费者
C. 增加鱼的数量可使池塘周边的油菜籽增产
D. 将水陆生境联系成一个整体的关键种是鱼

- 为研究运动强度对人体生理活动的影响。某研究团队招募一批健康受试者分别进行 3 min 低强度运动和高强度运动,运动开始后血浆乳酸水平见图。下列叙述错误的是 ()

A. 高强度运动时,肾上腺素和胰高血糖素协同作用升高血糖
B. 高强度运动血浆乳酸水平达到峰值时,骨骼肌细胞无氧呼吸强度最高
C. 两种强度运动后,血浆乳酸水平的变化均不影响血浆 pH 的相对稳定
D. 两种强度运动后,交感神经与副交感神经活动的强弱均会发生转换
- 某高校科技特派员为协助种养专业合作社繁殖优良欧李种质,以欧李根状茎为插条,用赤霉素合成抑制剂 S₃₃₀₇ 处理,使插条生根率由 22% 提高到 78%。扦插后,插条的几种内源激素的含量变化见图。下列叙述错误的是 ()

A. 细胞分裂素加快细胞分裂并促进生根
B. S₃₃₀₇ 提高生长素含量而促进生根
C. 推测赤霉素缺失突变体根系相对发达
D. 推测 S₃₃₀₇+NAA 促进生根效果更好

- 若某常染色体隐性单基因遗传病的致病基因存在两个独立的致病变异位点 1 和 2(M 和 N 表示正常,m 和 n 表示异常),理论上会形成两种变异类型且效应不同(如图),但仅凭个体的基因检测不足以区分这两种变异类型。通过对人群中变异位点的大规模基因检测,有助于该遗传病的风险评估。表为某人群中这两个变异位点的检测数据。下列对该人群的推测,合理的是 ()


变异位点组合个体数		位点 2		
		NN	Nn	nn
位点 1	MM	94 121	1 180	44
	Mm	2 273	4	0
	mm	29	0	0

A. m 和 n 位于同一条染色体上
B. 携带 m 的基因频率约是携带 n 的基因频率的 3 倍
C. 有 3 种携带致病变异的基因
D. MmNn 组合个体均患病

二、非选择题:本大题共 5 小题,共 60 分。考生根据要求作答。

- (13 分)热带雨林土壤中磷元素大部分以植物不能直接吸收利用的复杂有机磷形式存在,是植物生长和幼苗更新的主要限制因素。热带雨林中绝大多数植物都与菌根真菌形成互利共生关系,菌根真菌为植物提供矿质元素和水分,并从宿主植物获得生长必需的碳水化合物,其中,乔木主要与丛枝菌根(AM)或外生菌根(ECM)真菌共生(图 a)。为探究 AM 和 ECM 真菌对宿主植物磷元素吸收的作用,科学家选取 AM 和 ECM 树种开展盆栽实验,向接种菌根真菌后的幼苗分别提供 Na₃PO₄(无机磷)、腺苷酸(简单有机磷)、植酸(复杂有机磷)和水(空白对照),种植一段时间后测定幼苗生长情况(图 b)。

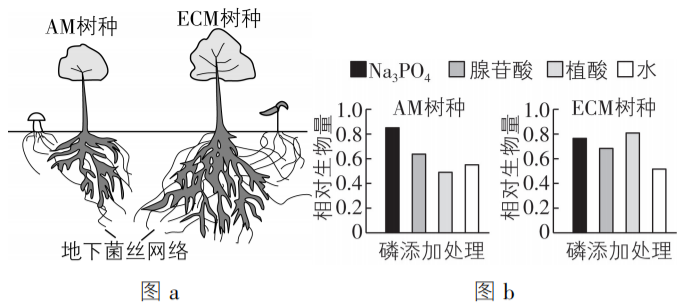


图 a

图 b

回答下列问题:

(1)不同类型的菌根植物可以利用土壤中不同形式的磷元素,形成树种间_____进而实现稳定共存。

(2)热带雨林中冠层优势度较高的树种主要来自龙脑香科,以约 3%的物种数占据 30%以上的个体数。推测这些树种主要与_____共生,原因是_____。

同时,母树还可以通过地下菌丝网络实现“亲代抚育”,帮助幼苗突破林下光照不足的限制,可能的机制是_____。

植物和菌根真菌间的互利共生越来越高效、相互依赖程度越来越高,这种生态学现象属于_____。

(3)随着群落内宿主植物个体数增加,其对应的地下菌丝网络功能越强,越有利于同种个体生长和幼苗更新,这一过程属于_____调节;但个体数增加到一定程度后,种内竞争加剧进而抑制种群进一步增长。上述调控机制共同维持了_____的相对稳定。

(4)针对退化热带雨林开展生态修复工程,结合植物根际生态过程,提出合理建议以恢复生物多样性:_____。

18. (11 分)我国科学家以不同植物为材料,在不同光质条件下探究光对植物的影响。测定了番茄的光合作用相关指标并拟合 CO_2 响应曲线(图 a);比较了突变体与野生型水稻水分消耗的差异(图 b),鉴定到突变体发生了 *PIL15* 基因的功能缺失,并确定该基因参与脱落酸信号通路的调控。

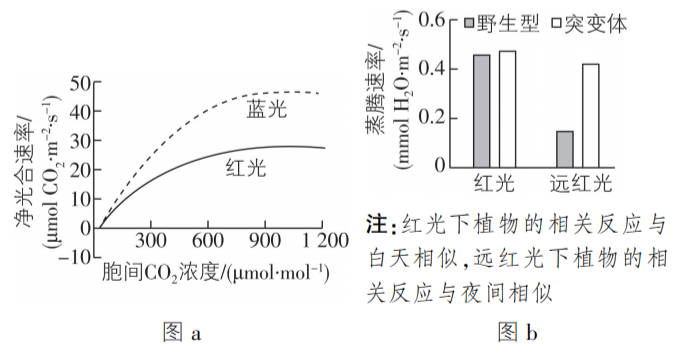


图 a

图 b

回答下列问题:

(1)图 a 中,当胞间 CO_2 浓度在 $900 \sim 1\,200 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ 范围时,红光下光合速率的限制因子是_____。

_____,推测此时蓝光下净光合速率更高的原因是_____。

(2)图 b 中,突变体水稻在远红光与红光条件下蒸腾速率接近,推测其原因是_____。

(3)归纳上述两个研究内容,总结出光影响植物的两条通路(图 c)。通路 1 中,①吸收的光在叶绿体中最终被转化为_____。通路 2 中吸收光的物质②为_____。用箭头完成图 c 中②所介导的通路,并在箭头旁用“(+)”或“(-)”标注前后两者间的作用,(+)表示正相关,(-)表示负相关。

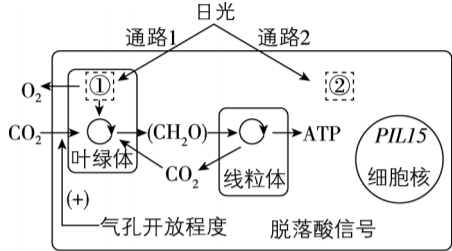


图 c

(4)根据图 c 中相关信息,概括出植物利用光的方式:_____。

19. (13 分)在繁育陶赛特绵羊的过程中,发现一只臀部骨骼肌尤为发达、产肉量高(美臀)的个体。研究发现,美臀性状由单基因(*G/g*)突变所导致,以常染色体显性方式遗传。此外,美臀性状仅在杂合子中,且 *G* 基因来源于父本时才会表现;母本来源的 *G* 基因可通过其雄性子代使下一代杂合子再次表现美臀性状。回答下列问题:

(1)育种人员将美臀公羊和野生型正常母羊杂交,子一代中美臀羊的理论比例为_____;选择子一代中的美臀羊杂交,子二代中美臀羊的理论比例为_____。

(2)由于羊角具有一定的伤害性,育种人员尝试培育美臀无角羊。陶赛特绵羊另一条常染色体上 *R* 基因的隐性突变导致无角性状产生,如图 a 进行杂交,*P* 美臀有角羊应作为_____ (填“父本”或“母本”),便于从 F_1 中选择亲本;若要实现 F_3 中美臀无角个体比例最高,应在 F_2 中选择亲本基因型为_____。

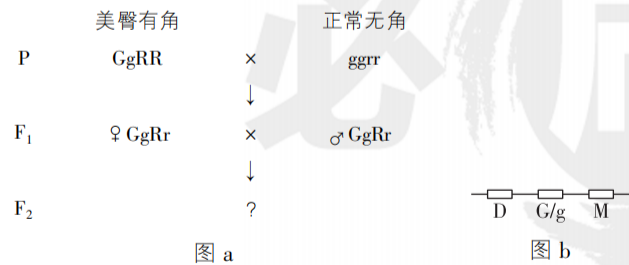


图 a

图 b

(3)研究发现,美臀性状由 *G* 基因及其附近基因(图 b)共同参与调控,其中 *D* 基因调控骨骼肌发育,其高表达使羊产生美臀性状;*M* 基因的表达则抑制 *D* 基因的表达。来自父本的 *G* 基因使 *D* 基因高表达,而来自母本、具有相同序列的 *G* 基因只促进 *M* 基因的表达,这种遗传现象属于_____,*GG* 基因型个体的体型正常,推测其原因是_____。

(4)在育种过程中,较难实现美臀无角性状稳定遗传,考虑到胚胎操作过程较繁琐,可采集并保存_____,用于美臀无角羊的人工繁育。

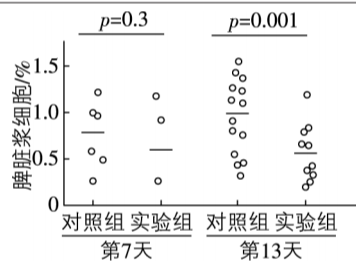
20. (12 分)为探索神经活动调节体液免疫反应机理,我国科学家以实验小鼠为对象,对实验组小鼠进行手术并用药物处理以去除脾神经(交感神经纤维进入脾脏的分支),对照组小鼠进行同样手术但不去除脾神经。术后恢复 6 周,腹腔注射抗原 NP-KLH 免疫小鼠。

回答下列问题:

(1)对小鼠注射 NP-KLH 后,通过抗原呈递,激活_____细胞为 B 细胞增殖分化提供第二个信号。

(2)免疫后第 7、13 天,采用荧光标记的特定抗体与细胞膜上相应_____结合进行识别的方法,对 B 细胞和浆细胞分类计数,计算浆细胞占总 B 细胞的百分比(如图)。由第 13 天的数据可得出的结论是_____。

在免疫后第 7 天,实验组脾脏浆细胞数量平均值低于对照组平均值,但研究者并不能依据该数据得出上述结论,原因是_____。



注:图中圆圈表示小鼠不同个体的数据;黑色短横线表示平均值;上方 *p* 值为统计分析所得概率值, $p < 0.05$ 时表示两组数据有显著差异

(3)研究发现,脾神经末梢与脾脏 T 细胞形成突触样结构,释放去甲肾上腺素促进 T 细胞合成并释放乙酰胆碱(ACh),基于 ACh 可与 ACh 受体(AChR)结合的事实,结合上述研究,研究者推测:ACh 通过直接_____以实现脾神经兴奋对体液免疫反应的调节作用。

为证实该推测,首先需要确认脾脏 B 细胞是否存在 AChR。由于小鼠体内存在多种类型的 AChR,研究者采用 PCR 检测各类型 AChR 的 mRNA,结果见表。根据该结果,首选 AChR- $\alpha 9$ 进行研究,理由是_____。

细胞样本	AChR 类型		
	AChR- $\beta 1$	AChR- $\beta 4$	AChR- $\alpha 9$
总 B 细胞	+++	-	+
生发中心 B 细胞	++	-	+++
浆细胞	+++	++	++

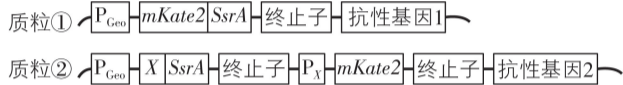
注:生发中心是 B 细胞活化后增殖分化为浆细胞的场所,+表示有检出,+越多表示检出量越多;-表示未检出

研究者将小鼠 *AChR- $\alpha 9$* 基因敲除,然后对_____进行处理并免疫小鼠,再检测各实验组与对照组小鼠脾脏浆细胞和抗体生成量,从而验证以上推测是否合理。

21. (11 分)大肠杆菌是重要工业菌株之一,其培养过程可分为快速生长期和生长稳定期两个阶段。为了通过调节蛋白质合成与降解速率来动态调控代谢途径关键酶的蛋白量,使细胞适配不同阶段的生产需求,研究者设计了两种质粒,并以稳定性好的红色荧光蛋白 mKate2 为模式蛋白,测试质粒功能。

回答下列问题:

(1)研究者首先构建质粒①(图 a)用于在细胞内表达 C-末端带 SsrA 短肽的 mKate2,将质粒导入感受态细胞后,在添加抗生素的选择培养基上培养。根据培养基上菌落的生长状况,结合 PCR 及_____检测,筛选获得重组菌株 W1。



注: P_{Geo} 为大肠杆菌内源启动子,在细胞快速生长期开启基因转录,但进入生长稳定期后即停止基因转录;*SsrA* 基因编码 SsrA 短肽;C-末端带有 SsrA 短肽的蛋白质可被大肠杆菌内源蛋白酶系统特异性识别并以一定速率降解

图 a

(2)将 W1 在适宜条件下进行摇瓶培养,定时取样检测培养液中细胞密度,方法有_____ (答一种)。接种前需检测液体培养基的荧光强度,其作用是_____。

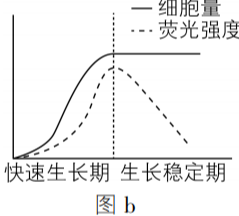


图 b

_____。培养结果(图 b)表明,进入生长稳定期后荧光强度快速下降,原因是_____。

(3)研究者选用启动子 P_X 、*X* 基因(编码阻遏蛋白 *X*,阻遏 P_X 开启转录),重新构建质粒②(图 a),导入野生型大肠杆菌中获得重组菌株 W2。在适宜条件下摇瓶培养,W2 的生长趋势不变,培养期间荧光强度的变化趋势为_____。

(4)莽草酸是一种重要工业化学品,其胞内合成代谢途径见图 c。由于野生型大肠杆菌胞内酶 A 活性弱,且莽草酸会被快速转化为细胞生长必需物,因此细胞中无法大量积累莽草酸。为了保证细胞正常生长,并在生长稳定期实现莽草酸的大量积累,利用上述两种质粒的调控功能,结合野生型菌株遗传物质的改造,提出重组生产菌株构建思路:_____。

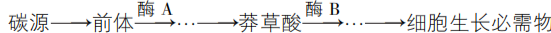


图 c

卷

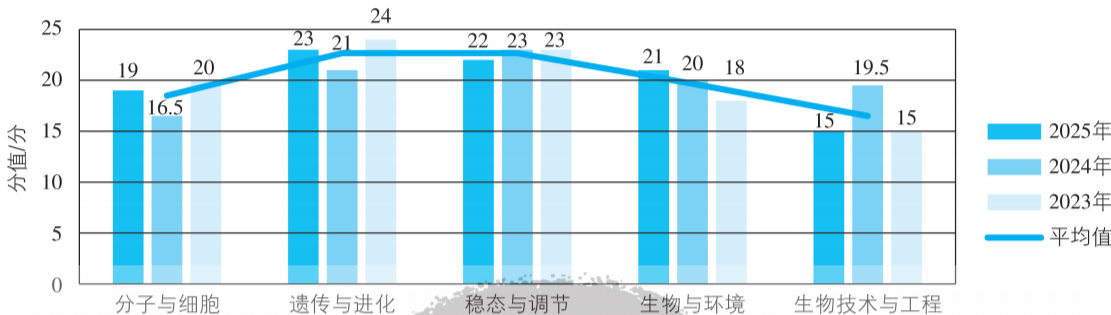
2025 年普通高中学业水平选择性考试(广东卷)

名师综评

一 试卷整体评价

2025 年广东高考生物试题,立足学科本质,紧密联系生活实际,以相关情境为载体进行考查,注重对知识的理解和灵活运用能力。题目设计新颖灵活,常结合科技或生活热点,重视实验探究过程,培养科学探究能力。材料形式多样,将文字与图表相结合,考查信息获取能力、逻辑推理能力以及运用生物学相关知识分析和解决实际问题的能力,具有鲜明的素养立意特征。

二 试卷考查趋势及考向分布解读



考向分布	2025 年题目	2024 年题目	2023 年题目	变化解读
细胞的分子组成与结构	2、3	4	5	2025 年多题考查
细胞代谢	8、18	2、3、4、5、15、20(1)(4)	1、7、18	2024 年在非选择题中结合生态保护考查细胞代谢
细胞的分化、衰老和凋亡	/	/	17(1)	连续两年未考查
细胞分裂	4、10	9	/	2025 年加强了对减数分裂异常情况分析的考查
遗传的基本规律	19	14、18	16、20(3)②③	
遗传的分子基础	9	10	5、17(2)~(4)	近两年非选择题部分弱化了对该知识点的考查
变异与进化	12、16	10、11	2、4、5	
动物生命活动调节	6、14、20	6、7、16、17(1)	8、14、19	
植物生命活动调节	15	19	9、15	
种群与群落	11、13、17(1)	8、12、13、20(2)	6、21(1)(2)	近三年一直重视对该模块的考查
生态系统和生态环境的保护	1、13、17(2)~(4)	1、8、20(3)(5)	13、21(1)(3)(4)	
传统发酵技术	/	/	/	连续多年未进行考查
微生物培养与发酵工程	/	21(1)	10	2025 年弱化了对该知识点的考查
细胞工程与胚胎工程	5	17(3)	3、12	
基因工程	7、21	4、17(2)、21(2)~(5)	11、20(1)~(3)①	

三 试题特色及备考建议

1. 重视核心知识,强调深度理解

试题重视对核心概念的深度理解考查,每一道题都需要通过不同程度的分析推理才能作答,几乎没有直接考查概念的题目。2025 年第 6 题,以体表电刺激诱发神经兴奋考查神经冲动的产生和传导过程;2024 年第 18 题,通过 HGF 家系图分析综合考查遗传规律与基因诊断技术。

2. 强化情境创设,凸显信息获取

通过形式丰富的试题情境,考查对信息的获取与理解。2025 年第 15 题,以繁殖优良欧李种质为实验情境考查植物激素的作用及实验分析;2024 年第 21 题,以设计可实现光控染色的工程菌为情境综合考查载体构建、表达调控与菌株构建的思路设计。试题引导学生从实际情境中提炼信息,提出科学对策。

3. 立足学科特色,创新命题形式

试题紧密结合生物学科特点,设置特色题型。2025 年第 18 题,要求根据光影响植物的通路概括出植物利用光的方式;2024 年第 17 题,考查评价两种药物设计方案的可行性及理由;2023 年第 18 题要求根据实验结果分析绘制不同类型的水稻的净光合速率趋势曲线并据此提出一个科学问题。试题的开放性高,注重分析问题、解决问题的能力。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
答案	A	C	D	D	D	C	C	A	D	C	B	D	C	B	A	D

1. A 【命题点】生态系统的特点

【深度解析】生态系统的整体性原理强调组分关联性、功能协同性和系统开放性,山水林田湖草沙冰这一生命共同体,体现了生态系统的整体性,A 符合题意。

2. C 【命题点】检测生物组织中的蛋白质

【深度解析】蛋白质可与双缩脲试剂发生作用,产生紫色反应,豆浆中含有丰富的蛋白质,可作为检测蛋白质的原料,若豆浆太浓,可用蒸馏水稀释后作为样液,A 正确。蛋白质与双缩脲试剂的反应在常温下即可进行,B 正确。该实验可用蒸馏水加入双缩脲试剂作为(阴性)对照,试管中呈现浅蓝色;也可用蛋白质溶液加入双缩脲试剂作为(阳性)对照,试管中将呈现紫色,不可用未加试剂的样液作为对照,C 错误。实验剩余豆浆可能存在污染等,不可饮用,D 正确。

3. D 【命题点】细胞膜结构的探索

【深度解析】在罗伯特森提出“蛋白质—脂质—蛋白质”的细胞膜结构模型之前,已知组成细胞膜的脂质中有磷脂和胆固醇;1935 年,丹尼利和戴维森研究细胞膜的表面张力发现,细胞的表面张力明显低于油—水界面的表面张力,推测细胞膜除了含有脂质分子外,可能还含有蛋白质。1959 年,罗伯特森在电镜下看到了细胞膜清晰的暗—亮—暗的三层结构,他结合其他科学家的工作,大胆提出了细胞膜模型假说:所有的细胞膜都由蛋白质—脂质—蛋白质三层结构构成,并把细胞膜描述为静态的统一结构。细胞融合实验(1970 年)发生在罗伯特森提出的模型之后,不能为其模型的提出提供基础,细胞膜融合实验结果表明细胞膜具有流动性,不是静态的,D 符合题意。

回归教材 人教版必修 1 P42 对细胞膜成分的探索

- ①1895 年,欧文顿发现细胞膜对不同物质的通透性不一样:溶于脂质的物质,容易穿过细胞膜;不溶于脂质的物质,不容易穿过细胞膜。据此推测:细胞膜的主要组成成分中有脂质。
- ②为了进一步确定细胞膜中脂质成分的类型,科学家通过一定的方法制备出纯净的细胞膜,进行化学分析,得知组成细胞膜的脂质有磷脂和胆固醇,其中磷脂含量最多。
- ③1925 年,两位荷兰科学家戈特和格伦德尔通过实验推断:细胞膜中的磷脂分子必然排列为连续的两层。
- ④1935 年,英国学者丹尼利和戴维森发现细胞的表面张力明显低于油—水界面的表面张力。由于人们已发现了油脂滴表面如果吸附有蛋白质成分则表面张力会降低,因此丹尼利和戴维森推测细胞膜除含脂质分子外,可能还附有蛋白质。

4. D 【命题点】细胞有丝分裂

【深度解析】细胞质的分离发生在有丝分裂末期,与视野中图像所处时期不符,A 不符合题意;光学显微镜下只能看到染色体的相关变化,不能看到基因,B 不符合题意;同源染色体的分离发生在减数分裂过程中,胚乳细胞不能进行减数分裂,C 不符合题意;题图为胚乳细胞有丝分裂后期的图像,有丝分裂后期的特点为着丝粒分裂,姐妹染色单体分开,成为两条染色体,分别移向细胞的两极,D 符合题意。

快解

有丝分裂后期的特点为着丝粒分裂,姐妹染色单体分开,成为两条染色体,分别移向细胞两极,可快速判断 D 符合题意。

5. D 【命题点】动物细胞培养

【深度解析】题述过程中人眼睑成纤维细胞传代培养需要将细胞分散开来,用离心法收集后制备细胞悬液,A、C 不符合题意;动物细胞培养需要的适宜气体条件为含 95% 空气+5% CO₂ 的混合气体,B 不符合题意;由题目信息分析可知,上皮细胞是贴附于人眼睑成纤维细胞支架上生长增殖的,用胰蛋白酶消化支架的同时也会使上皮细胞分散开来,可能无法获得上皮细胞片层,D 符合题意。

6. C 【命题点】兴奋在神经纤维上的传导

【深度解析】神经纤维受到刺激后,Na⁺大量内流,细胞内外 Na⁺和 K⁺浓度改变,神经纤维的钠钾泵活性发生改变,以便恢复静息电位,A 错误。神经纤维受刺激部位由内负外正的静息电位转为内正外负的动作电位,信号传导从兴奋部位到未兴奋部位,形成局部电流,之后兴奋部位恢复静息状态,B 错误。静息电位的维持主要依赖 K⁺外流,动作电位的形成主要依赖 Na⁺内流,电信号沿着神经纤维传导时,Na⁺通道相继开放传导兴奋,C 正确。兴奋传导过程中兴奋部位恢复静息状态需要依赖 K⁺外流,此处 K⁺通道开放,所以兴奋传导过程中细胞膜 K⁺通透性发生改变,D 错误。

7. C 【命题点】DNA 的结构

【深度解析】DNA 复制时,子链的延伸方向是从 5'端到 3'端,即下一个脱氧核糖核苷酸的 5'-磷酸基团与上一个脱氧核糖核苷酸的 3'-羟基进行连接,因此为保证 DNA 复制的终止,需保护底物中脱氧核糖结构上的 3'-羟基,C 符合题意。

8. A 【命题点】物质跨膜运输

【深度解析】氧气从肺泡向肺毛细血管扩散的运输方式为自由扩散,O₂浓度会影响自由扩散的速率(常考点:膜两侧物质浓度差会影响其自由扩散的速率),A 正确;心肌细胞主动运输 Ca²⁺时需要消耗 ATP,ATP 水解产生的磷酸基团会与载体蛋白结合,因此该载体蛋白会与 Ca²⁺和磷酸基团结合,B 错误;细胞代谢会消耗葡萄糖,影响红细胞膜两侧葡萄糖的浓度,进而影响葡萄糖经协助扩散进入红细胞的速率,C 错误;通道蛋白参与协助扩散,但不与被转运的物质相结合,D 错误。

归纳总结 物质进出细胞方式的比较

物质进出细胞的方式	自由扩散	特点	高含量到低含量,不需要转运蛋白、不需要能量	举例	CO ₂ 、O ₂ 出入细胞
	协助扩散	特点	高含量到低含量,需要转运蛋白,不需要能量	举例	血液中的葡萄糖进入红细胞
	主动运输	特点	低含量到高含量,需要载体蛋白、需要能量	举例	植物根细胞吸收 K ⁺
	胞吞、胞吐	特点	大分子有机物、颗粒物等进出细胞的方式	举例	细胞分泌蛋白质类激素

9. D 【命题点】基因突变与基因的表达

【深度解析】由题可知, *VHL* 基因突变使 A(腺嘌呤)变为 G(鸟嘌呤), 嘌呤和嘧啶的数目没有发生改变, **A 错误**; 密码子的简并性是指几个密码子决定相同的氨基酸, 题中密码子种类发生改变, 但氨基酸种类没有发生改变, 体现出密码子的简并性, **B 错误**; 启动子是 RNA 聚合酶识别与结合的位点, 驱动基因的转录, 启动子位于非编码区, 而不是位于编码区, 该突变位于编码区, 因此没有影响 *VHL* 基因的转录起始, **C 错误**; *VHL* 基因突变后导致合成的 mRNA 变短, 进而会导致合成的蛋白质多肽链变短, 因此改变了 *VHL* 基因表达的蛋白序列, **D 正确**。

10. C 【命题点】细胞的有丝分裂与减数分裂

【深度解析】该例特纳综合征患者体内有 3 种核型, 说明其异常与亲代减数分裂无关, 若与减数分裂有关, 1 个异常的配子与另一个正常的配子经过受精后只会形成 1 种受精卵, 不会出现 3 种核型, **A、B 错误**; 由“46, XX”可知该个体为女性, 若胚胎发育早期有丝分裂中 1 条 X 染色体不分离, 则子细胞中会出现含 1 条 X 染色体、3 条 X 染色体的情况, 即“45, X”与“47, XXX”, 若胚胎细胞进行正常的有丝分裂, 则子细胞含有 2 条 X 染色体, 即“46, XX”, **C 正确**; 若胚胎发育早期有丝分裂中 2 条 X 染色体不分离, 则会有子细胞出现 4 条 X 染色体, 即“48, XXXX”, 与题意不符, **D 错误**。

11. B 【命题点】群落的结构与物种组成

【深度解析】样方法通常用于调查植物种群密度, 取样器取样法是调查土壤小动物丰富度的方法, 因此可分别选择样方法和取样器取样法调查草地上植物和土壤, **A 正确**; 圈上植物长得高, 圈外植物长得矮, 进而出现明显的水平分段, 属于群落的水平结构, **B 错误**; 蘑菇属于分解者, 会将土壤中的有机质分解成无机盐等, 使圈上土壤速效养分增加, **C 正确**; 优势种是指数量多且对其他生物影响大的物种, 因此圈上植物种群的优势度增加会影响草地群落的物种组成, **D 正确**。

12. D 【命题点】生物的进化

【深度解析】基因突变为生物进化提供原材料, 自然选择决定生物进化的方向, 突变(常考点: 突变包括基因突变和染色体变异)和自然选择驱动果蝇物种 A 和物种 B 的形成, **A 正确**; 适应是自然选择的结果, 果蝇的低表皮烃这一性状使其更加适应潮湿环境, 这种果蝇才能在潮湿环境的自然选择中得以生存, 并最终形成新的果蝇物种 A, **B 正确**; 果蝇种群 A 和果蝇种群 B 的交配减少, 使两个种群之间的基因交流减少, 两个种群的基因库差距逐渐增大, 并逐渐出现生殖隔离, 加速了新物种的形成, **C 正确**; *mFAS* 基因发生基因突变带来的双重效应使得果蝇种群 A 和果蝇种群 B 的交配减少并影响二者环境适应的能力, 但并非足以导致生殖隔离(易错点: 生殖隔离是指不同物种之间不能相互交配或者即使交配成功也不能产生可育的后代的现象), **D 错误**。

13. C 【命题点】种间关系、食物链和食物网

【深度解析】蜜蜂以油菜花粉为食, 同时也能帮助油菜传粉, 两种生物均能获得益处, 但是蜜蜂也能采食其他种类的植物的花粉, 油菜也能通过其他的生物进行传粉, 两种生物之间的关系不符合互利共生, 更符合原始合作, **A 错误**; 题干情境中的食物链是油菜→蜜蜂→蜻蜓→鱼, 在这个食物链中, 鱼是三级消费者(关键点: 鱼在本题食物链中属于第四营养级), **B 错误**; 根据前面的食物链可知, 鱼的数量增加会造成蜻蜓的数量减少, 进而减少对蜜蜂的捕食, 造成蜜蜂数量的增加, 蜜蜂能帮助油菜传粉, 因此可以增加油菜籽的产量, **C 正确**; 据题干及题图可知, 蜻蜓能将陆地和水体的物质和能量进行连接转移, 因此将水陆生境联系成一个整体的关键物种是蜻蜓, **D 错误**。

易错警示

原始合作和互利共生两种关系的相同之处是两种生物在相互关系中均能获得益处, 不同点是两种种间关系中的不同生物之间的依赖程度差异较大。原始合作的两种生物之间的依赖度低, 分开后各自可以独立生活; 互利共生的两种生物长期生活在一起, 相互依存, 依赖度高。

14. B 【命题点】人体内环境的稳态

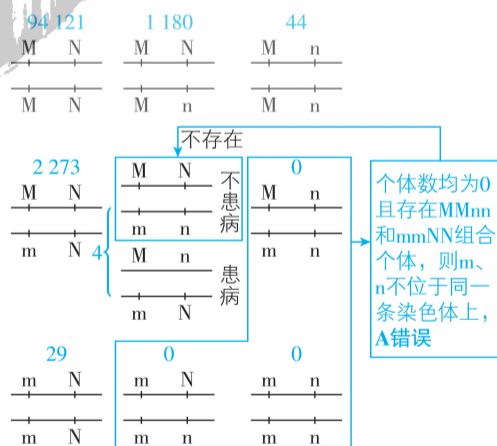
【深度解析】高强度运动时, 消耗血糖的速度明显加快, 需要身体及时补充血糖, 肾上腺素和胰高血糖素均能升高血糖, 二者在升高血糖过程中起协同作用, **A 正确**; 根据题干信息可知, 高强度运动进行了 3 min, 此时细胞无氧呼吸强度最高, 随着运动停止, 无氧呼吸强度逐渐减弱, 但血浆乳酸水平仍然在升高, 大约在 7 min 左右时到达最高峰, **B 错误**; 人体的血浆中含有 HCO_3^- 和 H_2CO_3 等缓冲物质, 能够保持血浆的 pH 相对稳定, 3 min 的运动产生的乳酸量不足以破坏健康受试者的内环境稳态, 因此不会影响血浆 pH 的相对稳定, **C 正确**; 无论低强度运动还是高强度运动时, 都是交感神经兴奋度高, 副交感神经兴奋度低, 运动停止后, 副交感神经的兴奋度提高, 交感神经的兴奋度降低, 两种神经活动的强弱均发生了转换, **D 正确**。

15. A 【命题点】植物生命活动调节

【深度解析】 S_{3307} 能抑制赤霉素的合成, 与对照组相比, 使用 S_{3307} 的实验组插条的细胞分裂素和赤霉素浓度降低, 其生根率明显升高, 由此可推测出细胞分裂素和赤霉素会抑制扦插枝条生根, 推测赤霉素缺失突变体根系相对发达, **A 错误**, **C 正确**; 由题图可知, 使用 S_{3307} 的实验组生长素浓度高于不使用 S_{3307} 的对照组, 其生根率也高于对照组, 可知 S_{3307} 能提高生长素的含量而促进生根, 推测 $\text{S}_{3307} + \text{NAA}$ 促进生根效果更好, **B、D 正确**。

16. D 【命题点】基因突变

【深度解析】结合题表可知, 该人群中不同变异位点组合的染色体情况如图所示:



由上述分析可知, 该人群中 m、n 不位于同一条染色体上, 则携带致病变异的基因有 2 种: Mn、mN, MmNn 组合个体均患病, **C 错误**, **D 正确**。携带 m 的基因频率是 $(2\ 273 + 29 \times 2 + 4) \div [(94\ 121 + 2\ 273 + 29 + 1\ 180 + 4 + 44) \times 2] \times 100\% \approx 1.2\%$, 携带 n 的基因频率是 $(1\ 180 + 4 + 44 \times 2) \div [(94\ 121 + 2\ 273 + 29 + 1\ 180 + 4 + 44) \times 2] \times 100\% \approx 0.7\%$, 前者大约为后者的 2 倍, **B 错误**。

17. (除标注外, 每空 2 分, 共 13 分)

(1) 生态位分化(1 分)

(2) 外生菌根(ECM)真菌(1 分) 与 AM 树种相比, ECM 树种在利用复杂有机磷方面具有优势, 龙脑香科树种与

ECM 真菌共生,更易于利用热带雨林土壤中的磷元素,在种间竞争中占据优势地位 母树可通过地下菌丝网络为附近的幼苗输送营养物质,促进幼苗快速生长 协同进化(1分)

(3)正反馈 种群数量(或种群密度)

(4)种植能高效利用复杂有机磷的本土植物;改善土壤条件,向土壤中接种适当类型的菌根真菌(合理即可)

【命题点】种间关系、协同进化

【深度解析】(1)不同类型的菌根植物可以利用土壤中不同形式的磷元素,这样可以减少树种间对磷元素的竞争,使不同树种占据不同的生态位,形成树种间的生态位分化,进而实现稳定共存。

(2)从图 b 可以看出,ECM 树种比 AM 树种的复杂有机磷(植酸)组的相对生物量高,说明 ECM 树种在利用复杂有机磷方面具有优势,而热带雨林土壤中磷元素大部分以植物不能直接吸收利用的复杂有机磷形式存在,因此推测热带雨林中冠层优势度较高的树种主要与 ECM 真菌共生。母树通过地下菌丝网络实现“亲代抚育”,帮助幼苗突破因林下光照不足而导致的有机物积累不足的限制,其可能的机制是母树通过地下菌丝网络将自身光合作用产生的碳水化合物等物质传递给幼苗,为幼苗提供能量和物质支持。植物和菌根真菌间的互利共生越来越高效、相互依赖程度越来越高,有利于不同生物充分利用环境资源,是群落中不同物种之间、生物与无机环境之间协同进化的结果。

(3)在一个系统中,系统本身工作的效果,反过来又作为信息调节该系统的工作,这种调节方式叫作反馈调节,如果这种信息调节是加强原来效果的属于正反馈调节,反之属于负反馈调节。随着群落内宿主植物个体数增加,其对应的地下菌丝网络功能越强,越有利于同种个体生长和幼苗更新,这种信息调节是加强原来效果的,因此这是一个正反馈调节过程;但个体数增加到一定程度后,种内竞争加剧进而抑制种群进一步增长。上述调控机制共同维持了种群数量的相对稳定。

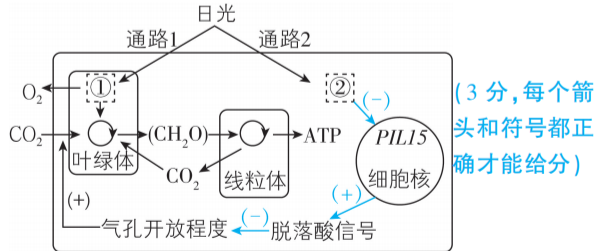
(4)针对退化热带雨林开展生态修复工程,可以选择与多种菌根真菌共生的不同种类的本土树种进行种植;还可以向土壤中接种适当类型的菌根真菌,改善土壤条件,以提高植物对土壤中不同形式磷元素的利用效率,提高生态系统营养结构的复杂程度和稳定性,从而恢复生物多样性。

18. (除标注外,每空 1 分,共 11 分)

(1)光照强度 植物对蓝光的吸收效率高(2分)

(2)气孔开放程度(气孔导度)差异不大(相近)

(3)稳定的化学能 光敏色素



(4)植物既可以将光作为能量,也可将光作为信号(2分)

【命题点】影响光合作用的因素

【深度解析】(1)据图 a 分析可知,当胞间 CO_2 浓度在 $900 \sim 1\,200 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ 范围时,红光下净光合速率不再随胞间 CO_2 浓度增加而明显上升,已经达到了 CO_2 的饱和状态,所以此时光合速率的限制因子为光照强度。叶绿素对红光和蓝紫光的吸收量大,类胡萝卜素对蓝紫光的吸收量大,蓝光下净光合速率更高可能是因为植物对蓝光的吸收效率高,从而提高了净光合速率。

(2)根据题干信息,突变体水稻发生了 *PIL15* 基因的功能缺失,使脱落酸信号通路异常,而脱落酸参与气孔的调节,促进气孔关闭,因此推测突变体水稻在远红光与红光条件下对气孔的调节能力相似,即气孔开放程度差异不大,进而蒸腾速率相近。

(3)图 c 中的通路 1 中,①吸收的光在叶绿体中通过光合作用的光反应被转化为 ATP 和 NADPH 中的化学能,再通过暗反应最终被转化为稳定的化学能。通路 2 中光作为信号分子,被物质②光敏色素吸收。②所介导的通路中,在受到光照射时,光敏色素的结构会发生变化,这一变化的信息会经过信息传递系统传导到细胞核内,影响特定基因的表达,从而表现出生物学效应,具体的流程见答案。

(4)根据图 c 分析,植物利用光的方式有两种,一是通过通路 1 吸收光能,以能量的形式参与光合作用,二是通过通路 2 以光信号的形式,通过光敏色素传递信号,影响相关基因表达,调节气孔开放程度等生理过程,即植物既可以将光作为能量,又可以作为信号。

19. (除标注外,每空 2 分,共 13 分)

(1) $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$

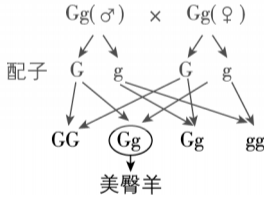
(2)父本(1分) *GGrr*(父本)和 *ggr*(母本)

(3)表观遗传 *GG* 基因型个体中来自母本的 *G* 基因促进 *M* 基因表达,从而抑制 *D* 基因表达

(4)基因组成为 *Gr* 的精子

【命题点】遗传的基本规律

【深度解析】(1)根据题意,美臀性状由单基因(*G/g*)突变所致,以常染色体显性方式遗传,且美臀性状仅在杂合子中,*G* 基因来源于父本时才表现,所以美臀公羊基因型为 *Gg*,野生型正常母羊基因型为 *gg*。杂交后代基因型及比例为 *Gg* : *gg* = 1 : 1,其中基因型为 *Gg* 的个体中 *G* 基因来自父本,均表现为美臀羊,所以子一代中美臀羊的理论比例为 $\frac{1}{2}$ 。子一代美臀羊基因型为 *Gg*,其中 *G* 来自父本,这些美臀羊杂交,其遗传图解如下:



由上图可知,子一代美臀羊杂交,子二代中美臀羊的理论比例为 $\frac{1}{4}$ 。

(2)为了从 F_1 中选择美臀的父本和母本,图 a 中 P 美臀有角羊应作为父本,原因是若 P 美臀有角羊作母本, F_1 均为正常有角羊,而 P 美臀有角羊作父本, F_1 基因型为 *Gg* 的羊都表现为美臀,基因型为 *gg* 的羊表现为正常,两者的性状容易区分。从 F_1 中选择的父本和母本的基因型为 *GgRr*, F_2 中个体基因型有多种,若要实现 F_3 中美臀无角个体(基因型为 *Ggrr* 且 *G* 来自父本)比例最高,应在 F_2 中选择的亲本基因型为 *GGrr*(父本)和 *ggr*(母本),二者杂交 F_3 中美臀无角个体的理论比例为 100%。

(3)表观遗传是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。来自父本和母本的相同基因(*G* 基因)序列,由于亲本来源不同而表现出不同的表达情况,从而出现不同的表型,这种遗传现象属于表观遗传。*GG* 基因型个体中一定有一个来自母本的 *G* 基因,该基因只促进 *M* 基因的表达, *M* 基因的表达会抑制 *D* 基因的表达,使 *D* 基因无法高表达从而无法产生美臀性状。

(4)在育种过程中,较难实现美臀无角性状稳定遗传,考虑到胚胎操作过程较繁琐,可采集并保存美臀无角羊的含 Gr 基因的精子,需要时再通过人工授精技术将精子与卵子结合,用于美臀无角羊的人工繁育。

20. (除标注外,每空 2 分,共 12 分)

(1)辅助性 T(1 分)

(2)抗原(1 分) 去除脾神经抑制体液免疫,使体液免疫减弱 差异不显著

(3)作用于 B 细胞 AChR- $\alpha 9$ 在生发中心 B 细胞中表达量多,推测其参与脾神经兴奋对体液免疫反应调节的可能性大 脾神经

【命题点】神经调节和免疫调节、实验探究

【深度解析】(1)辅助性 T 细胞表面特定分子发生变化与 B 细胞结合,这是激活 B 细胞的第二个信号。因此,对小鼠注射 NP-KLH(抗原)后,经过抗原呈递,激活辅助性 T 细胞为 B 细胞增殖分化提供第二个信号。

(2)抗体的作用是与特定抗原发生特异性结合,故荧光标记的特定抗体与细胞膜上的相应抗原结合。本实验目的是探索神经活动调节体液免疫的机理。实验组处理为去除脾神经+注射抗原 NP-KLH,对照组处理为进行同样手术但不去除脾神经+注射抗原 NP-KLH,自变量为是否去除脾神经,因变量为脾脏浆细胞占比,其能反映体液免疫能力。分析题图可知,第 13 天,实验组的脾脏浆细胞占比低于对照组,且两者有明显差异($p=0.001$),说明去除脾神经能够抑制体液免疫,使体液免疫减弱。免疫后第 7 天,对照组和实验组的 $p=0.3$,大于 0.05,说明第 7 天两组实验的数据差异不显著,不能得出上述结论。

(3)利用逆推法,根据“为证实该推测,首先需要确认脾脏 B 细胞是否存在 AChR”可推出该实验推测为 ACh(乙酰胆碱)通过直接作用于 B 细胞以实现脾神经兴奋对体液免疫反应的调节作用。首选 AChR- $\alpha 9$ 进行研究来证实该推测的原因:表中数据中 AChR- $\alpha 9$ 在生发中心 B 细胞中表达量最多,且生发中心是 B 细胞活化后增殖分化为浆细胞的场所,由此推测 AChR- $\alpha 9$ 参与脾神经兴奋对体液免疫反应进行调节的可能性更大。为验证上述推测,可将小鼠 AChR- $\alpha 9$ 基因敲除,然后对脾神经进行处理(使脾神经末梢释放大鼠肾上腺素促进 T 细胞合成并释放乙酰胆碱)并免疫小鼠,再检测各实验组与对照组小鼠脾脏浆细胞和抗体生成量。

21. (除标注外,每空 2 分,共 11 分)

(1)荧光(或 mKate2 蛋白)(1 分)

(2)显微镜直接计数法(或稀释涂布平板法) 排除培养液本身的荧光强度对实验结果的干扰,保证实验结果的准确性

$P_{G_{60}}$ 在生长稳定期停止基因转录,且 C-末端带有 SsrA 短肽的 mKate2 被大肠杆菌内源蛋白酶系统特异性识别并降解

(3)持续增强

(4)用酶 A 基因替换质粒②中 mKate2 基因,用酶 B 基因替换质粒①中 mKate2 基因,构建酶 B 基因缺失的大肠杆菌突变菌株,并导入上述质粒

【命题点】基因工程及其应用

【深度解析】(1)在基因工程中,结合 PCR 技术扩增目的基因片段,可检测目的基因是否成功导入,依据荧光(mKate2 蛋白)检测筛选出含有目的基因的重组菌株 W_1 (常考点:DNA 分子杂交技术可用于检测受体细胞中是否有目的基因)。

(2)检测培养液中细胞密度时,由于大肠杆菌细胞是肉眼无法直接观察到的,因此常用的方法有显微镜直接计数法(或稀释涂布平板法)。显微镜直接计数法可通过细菌计数板在显微镜下直接数出细胞数量;稀释涂布平板法是将菌液稀释后涂布在平板上,培养后通过统计菌落数来推算细胞数量,从而计算出细胞密度。接种前需要检测液体培养基的荧光强度,其目的是排除培养液本身的荧光强度对实验结果的干扰。根据图 a 中的注释可知, $P_{G_{60}}$ 在生长稳定期停止基因转录,且 C-末端带有 SsrA 短肽的 mKate2 可被大肠杆菌内源蛋白酶系统特异性识别并降解,由于红色荧光蛋白 mKate2 减少,因此进入生长稳定期后荧光强度快速下降。

(3)图 a 中的质粒②,由于启动子 $P_{G_{60}}$ 在细胞快速生长期开启转录,会使 X 基因编码的阻遏蛋白 X 阻遏 P_X 开启转录,因此在适宜条件下摇瓶培养,构建含有质粒②的重组菌株 W_2 的生长趋势不变,说明其一直处于生长稳定期,启动子 $P_{G_{60}}$ 持续停止转录,阻遏蛋白 X 不表达, P_X 持续开启转录,持续合成红色荧光蛋白 mKate2,荧光强度持续增强。

(4)根据(2)(3)知,用酶 A 基因替换质粒②中 mKate2 基因,使其在生长稳定期能持续合成酶 A,从而促进莽草酸的合成,用酶 B 基因替换质粒①中 mKate2 基因,构建酶 B 基因缺失的大肠杆菌突变菌株,并导入上述质粒,使其在生长稳定期时酶 B 合成大量减少,从而实现莽草酸的大量积累。因此,为保证细胞正常生长,并在生长稳定期实现莽草酸的大量积累,重组生产菌株构建思路见答案。

【回归教材】人教版选择性必修 3 P82 目的基因的检测与鉴定

(1)分子水平的检测

①利用 PCR 等技术检测转基因生物的 DNA 中是否插入了目的基因。

②利用 PCR 等技术检测转基因生物的 DNA 中的目的基因是否转录出了 mRNA。

③检测目的基因是否翻译出了蛋白质,用相应的抗体进行抗原—抗体杂交。

(2)个体生物学水平鉴定的方法

如对转基因生物进行抗性接种实验,检测其是否具有抗性及其抗性程度。