

第 5 章

细胞的能量供应和利用

第 1 节 降低化学反应活化能的酶



对点上分

- 1. D** 【解析】与 1 号相比, 2 号试管中产生气泡较多, 说明加热可以提高反应速率, A 正确; 该实验的自变量是温度和催化剂的种类, B 正确; 1 号试管是自然状态下的组别, 为空白对照, 2、3、4 号试管为实验组, C 正确; 与无机催化剂相比, 酶的催化效率更高, 因此, 与 3 号相比, 4 号试管中过氧化氢分解得更快, 可证明酶具有高效性, D 错误。
- 2. B** 【解析】过程①和过程③都是反应物转变为过渡态反应物的过程, 所需的能量均称为活化能, A 正确; 酶具有催化作用, 与酶结合后反应物更容易转变为过渡态反应物, B 错误; 加热使该反应变快的作用机理是使过氧化氢分子得到能量, 使其从常态转变为容易分解的活跃状态, 加酶使该反应变快的作用机理是降低化学反应的活化能, C 正确; pH 影响酶的活性, pH 的变化可能影响过程①中反应物到达过渡态, 从而影响酶促反应的速率, D 正确。
- 3. C** 【解析】酶的本质大部分为蛋白质, 少部分为 RNA, 酶具有专一性, 蛋白酶能分解蛋白质, 由题干可知, 甲酶能被蛋白酶分解, 而乙酶不能被蛋白酶分解, 故甲酶的本质为蛋白质, 其基本组成单位为氨基酸, 合成甲酶的场所为核糖体, 而乙酶的本质不是蛋白质, 其基本组成单位也不是氨基酸, 若乙酶的化学本质为 RNA, 则其合成场所可能是细胞核, A、B 正确; 蛋白酶的化学本质为蛋白质, 反应后的两组混合溶液中一定存在蛋白酶, 故向反应后的两组混合溶液中加入双缩脲试剂, 两组溶液均有紫色出现, C 错误; 酶既可以作为一个反应的催化剂, 也可以作为另一个反应的底物, 如本题中的甲酶可作为反应的催化剂, 也可作为反应的底物被蛋白酶催化分解, D 正确。

易错警示

大多数酶的化学本质是蛋白质(蛋白质酶), 少数是 RNA(核酶), 合成原料是氨基酸、核糖核苷酸等, 合成场所是核糖体或细胞核等。

- 4. AB** 【解析】据题图 2 可知, 实验所用的离子均能抑制过氧化氢酶的活性, A 错误; 据题图 1 可知, Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 能催化过氧化氢分解, 但不能为过氧化氢分解提供能量, 而是降低了过氧化氢分解反应所需的活化能, B 错误; 由题意可知, 过氧化氢溶液的浓度和体积都是该实验的无关变量, C 正确; 分析实验结果, 题图 2 中只添加等量过氧化氢酶的对照组, 与题图 1 中只添加了 Fe^{3+} 、 Co^{2+} 的无机催化剂组相比, 产氧速率最大, 说明过氧化氢酶具有高效性, D 正确。



通法攻略 18 关于酶的高效性的实验解析

- 5. D** 【解析】据题图可知, A 与 D 结合, 随之 D 被分解成 E 和 F, 所以 A 是一种酶, D 是底物, A 错误; 当物质 B、C、D 同时存在时, A 只与 D 特异性结合, 将 D 分解成 E 和 F, 反映出酶具有专一性, B 错误; 蔗糖为二糖, 由葡萄糖和果糖组成, 故若 D 代表蔗糖, E 和 F 可代表葡萄糖和果糖, C 错误; 低温没有改变酶的分子结构, 只是抑制了酶的活性, 故如果把催化该化学反应的酶保存

在4℃的环境中,A仍可以与D结合,D正确。

- 6. A 【解析】**酶活性中心的结构原来并不和底物的结构完全吻合,当底物与酶相遇时,可诱导酶活性中心的构象发生变化,有关的各个基团达到正确的排列和定向,因此酶可以和不同底物结合,发生不同的改变,催化不同的化学反应,可以用来解释酶能催化可逆反应双向进行的事实,A正确;酶的本质大多数是蛋白质,少数是RNA,催化RNA水解的RNA酶本质是蛋白质,与底物RNA的基本单位及合成场所不同,B错误;据题图可知,酶活性中心构象发生变化,有关的各个基团达到正确的排列和定向,之后在一定条件下还可复原,说明该过程肽键并未断裂,否则变形过程无法恢复,C错误;底物诱导酶空间结构改变是使酶活性中心的构象发生变化,有关的各个基团达到正确的排列和定向,并不会使酶失活,而强酸强碱的作用原理是改变酶的空间结构,使酶失活,两者作用原理不一致,D错误。

- 7. B 【解析】**蛋白酶的化学本质是蛋白质,可与双缩脲试剂发生紫色反应,故不能用双缩脲试剂检测底物蛋白质是否被分解,A错误;探究pH对酶活性影响的实验,设置pH过高或过低会使蛋白质空间结构发生变化,使酶变性失活,B正确;若用淀粉和淀粉酶来探究酶的最适温度,自变量是不同的温度条件,斐林试剂的使用需要水浴加热,会改变实验的温度,对实验有影响,不能用斐林试剂来检测,C错误;过氧化氢在高温下会加速分解,探究温度对酶活性影响的实验,不适宜用过氧化氢作底物,D错误。

易错警示 探究温度对酶活性的影响时,一般不选用过氧化氢作底物;探究温度对淀粉酶活性的影响时,一般不选用斐林试剂进行检测。

8. C

题图解读 该实验探究pH对过氧化氢酶活性的影响,自变量是不同的pH,因变量是气泡的生成速率,底物是过氧化氢,浸过肝脏研磨液的滤纸片中含有过氧化氢酶,过氧化氢酶能催化过氧化氢分解,产生氧气和水。

【解析】根据题意,该实验探究pH对过氧化氢酶活性的影响,因此该实验自变量是不同的pH,应设置多组不同的pH,A不符合题意;若设置过长的反应时间,各组均反应完全,量筒内收集到的气体量相同,无法准确比较不同pH下的酶活性,B不符合题意;不同的pH条件下,一定时间内收集到的产物的量可能相同,即气泡生成速率可能相同,因为在最适pH的两侧存在两个pH,对实验结果的影响相似,C符合题意;该实验探究pH对过氧化氢酶活性的影响,因此该实验中温度、过氧化氢浓度等属于无关变量,无关变量需要保持相同且适宜,以免对实验结果造成影响,D不符合题意。

- 9. D 【解析】**由题图可以看出,该实验的自变量是温度,A正确;在25℃后,题图中实线随着温度的升高而升高,并最终稳定在100,故其代表反应物剩余量相对值,则虚线表示酶活性相对值,45℃左右,虚线与横轴相交,说明此时酶活性的相对值为零,说明此时嗜冷酶的空间结构已经遭到破坏,B、C正确;题图是在其他反应条件适宜时测定的,因此若在B点降低反应体系的pH,酶的活性会降低,反应速率减慢,则反应物剩余量相对值将增加,D错误。

方法总结 温度和 pH 是通过影响酶的活性来影响酶促反应速率的,而底物浓度和酶浓度是通过影响底物与酶的接触来影响酶促反应速率的,并不影响酶的活性。



能力上分

1. **BD** 【解析】分析题图并结合所学知识可知,酶在催化过程中会发生结构的改变,但是反应完成后可以恢复,A 错误;题图②过程中酶和底物的结合,体现了酶具有特异性,B 正确;低温能抑制酶的活性,且能维持酶的空间结构稳定,因此该蔗糖酶应在低温条件下保存,C 错误;产物从酶分子上脱落后,酶可以继续下一轮反应,反复使用,D 正确。
2. **B** 【解析】胆碱酯酶的化学本质为蛋白质,其基本组成单位为氨基酸,含 N 元素,不含 P 元素,A 错误;胆碱酯酶能催化红色药片中的物质水解为蓝色物质,该过程需要在适宜温度下反应一段时间,B 正确;白色药片中的胆碱酯酶能催化红色药片中的物质水解为蓝色物质,而有机磷农药对胆碱酯酶有抑制作用,因此若红色药片不变色,说明被检测菠菜表面有有机磷农药残留,胆碱酯酶的活性被抑制,需要进一步评估被检测菠菜的安全性,C 错误;检测时底物和酶发生了反应,底物被消耗,速测卡不能反复使用,D 错误。
3. **A** 【解析】若曲线 abc 为温度影响酶活性的曲线,若 c 点时酶变性失活,属于高温破坏酶的空间结构,但是高温一般不会破坏肽键,A 错误;pH 一般不影响酶的最适温度,若曲线 abc 为 pH 影响酶活性的曲线,则 b 点时酶的最适温度和 a 点时酶的最适温度相同,B 正确;曲线 abd,若 x 为底物浓度,y 可表示反应速率,bd 不再增加可能是酶浓度或者活性的限制,C 正确;若曲线 abd 为某一化学反应产物的产量随时间的变化,bd 段产物不再增加,可能是底物已消耗完,不再有生成物产生,D 正确。

易错警示 高温、强酸强碱一般都只破坏蛋白质的空间结构,不会断开肽键,且变性不可逆。低温会引起酶活性降低,但其空间结构稳定,适当升温,活性可增强。

4. C

题图解读 当异亮氨酸浓度过高时,会与苏氨酸脱氢酶结合,从而抑制酶促反应的进行,使异亮氨酸浓度不至于太高,此过程为反馈抑制,有助于维持异亮氨酸含量的相对稳定。

【解析】由题干可知反馈抑制是酶促反应的终产物浓度过高时与酶结合抑制反应,异亮氨酸是终产物,它与苏氨酸脱氢酶结合不是形成酶—底物复合物,而是抑制酶的活性,酶—底物复合物是酶与底物苏氨酸结合形成的,A 错误;由题图可知,若苏氨酸经多个酶促反应形成的终产物异亮氨酸浓度过高,则会抑制题图过程的进行,其目的是维持异亮氨酸含量的相对稳定,而不是维持苏氨酸含量的相对稳定,B 错误;反馈抑制是异亮氨酸(终产物)浓度过高与酶结合导致的,增大细胞内苏氨酸(底物)的浓度,并不能解除异亮氨酸对酶的抑制作用,即不能解除反馈抑制,C 正确;结构①是酶与底物结合的位点,利用相关技术改变结构①会影响酶与底物苏氨酸的结合,而不是解除反馈抑制,D 错误。

5. D 【解析】如果研究的影响因素是温度,在一定范围内,随温度升高,酶促反应速率先增大后减小,题图中甲组有底物剩余,说明甲组的酶失活了,故甲组处理温度最高,丙组和乙组均没有底物剩余,且乙组反应速率比丙组快,但不能得出丙组的温度高于乙组的结论,A 错误;探究酶浓度对酶促反应速率的影响时,一定范围内,酶浓度越高,反应速率越快,底物剩余量越少,但不会

大招攻略 20 细探酶活性的影响因素

影响酶促反应平衡点,即最终底物剩余量相同,与题图不符,故该小组研究的影响因素不可能是酶浓度,B 错误;如果研究的是 pH,仅根据这三组的底物剩余量不能确定乙组的 pH 就是淀粉酶的最适 pH,还需要更多的 pH 梯度实验来确定,并且一般不选用淀粉和淀粉酶探究 pH 对酶活性的影响,C 错误;由题图可知,甲组实验最终有底物剩余,在 t_2 之前甲组反应已经停止,增加底物,反应也不会再进行,故在 t_3 时其产物总量不变,D 正确。

6. B 【解析】当受到镉胁迫时,添加适宜浓度的水杨酸可降低苦草体内丙二醛和 H_2O_2 含量,有效缓解镉对苦草的氧化胁迫,故镉可能是通过诱导细胞产生过量丙二醛和 H_2O_2 而对苦草产生氧化胁迫的,A 正确;酶作为催化剂,作用机理是降低化学反应的活化能,而非提供能量,B 错误;结合题干信息可推测,苦草体内的抗氧化酶系统中可能包含 H_2O_2 酶,该酶会通过催化 H_2O_2 分解来降低 H_2O_2 含量,且水杨酸可能通过增强抗氧化酶的活性来提高苦草的抗逆性,C、D 正确。

7. D 【解析】本实验的目的是研究饮料中大豆抗原蛋白(G)的添加量对黄金鲫幼鱼 GOT 和 GPT 活性的影响,因此 G 在金鱼鲫饲料中的添加量为自变量,饲料中其他营养物质的种类会影响实验结果,属于无关变量,A 正确;GOT 和 GPT 是转氨酶,其催化机理是降低氨基酸转换过程中的活化能,由于氨基在氨基酸与酮酸之间转移后酮酸会转化为氨基酸,氨基酸失去氨基后变成酮酸,因此转氨酶的催化结果并不会改变氨基酸总数,B 正确;题表和题图中的数据说明 G 添加量过高会降低黄金鲫 GOT 和 GPT 的活性,从而导致蛋白质代谢能力降低,比如添加 $120\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 饲料组与对照组相比已经出现 GOT 和 GPT 的活性显著下降,故饲料中仅可少量添加,C 正确;购买黄金鲫后应该先统一饲喂正常饲料(不添加 G)和适应新的培养环境,一段时间后再进行分组实验,每天定点投喂等量不同组别的饲料,以排除实验初始时的个体差异,D 错误。

8. (1) ①1 号 ②把缓冲液换成 2 mL 过氧化物酶,其他条件与 1 号试管相同 高温使黄瓜提取液中的过氧化物酶变性失活
(2) 两种植物过氧化物酶的氨基酸序列不同(或空间结构不同)
(3) 将等量的黄瓜和白菜提取液分别放入两个试管中,加入适量双缩脲试剂后观察紫色深浅,紫色深(显色反应强)的一组其过氧化物酶含量高

实验分析 本实验的目的是探究黄瓜细胞中是否含有过氧化物酶,由于过氧化物酶可将细胞代谢产生的 H_2O_2 分解,而焦性没食子酸被 O_2 氧化后呈现橙红色,所以可根据橙红色是否出现判断 H_2O_2 是否被分解。

【解析】(1)①本实验目的是探究黄瓜细胞中是否含有过氧化物酶,1、2号试管中,2号试管加入的是黄瓜提取液,为实验组,1号试管加入的是缓冲液,为对照组。②2号试管显橙红色,但不能据此证明黄瓜细胞中存在过氧化物酶。为了增强实验的说服力,需要增设一组实验,其思路为把缓冲液换成2 mL 过氧化物酶,其他条件与1号试管相同。若新增实验组与2号试管结果相同,则可说明黄瓜细胞中存在过氧化物酶。3号试管中加入的是煮沸冷却后的黄瓜提取液,3号试管不显橙红色,最可能的原因是高温使黄瓜提取液中的过氧化物酶变性失活。

(2)过氧化物酶的本质为蛋白质,白菜和黄瓜细胞内过氧化物酶的活性不同,从其分子结构分析,原因可能是两种植物过氧化物酶的氨基酸种类、数目、排列序列不同或其空间结构不同。

(3)假设两种植物提取液中只含过氧化物酶,由于过氧化物酶的本质为蛋白质,且双缩脲试剂与蛋白质可发生紫色反应,并且蛋白质的浓度越高,紫色越深,所以欲比较黄瓜和白菜细胞内过氧化物酶的含量多少,可将等量的黄瓜和白菜提取液分别放入两个试管中,加入适量双缩脲试剂后观察紫色深浅,紫色深(显色反应强)的一组其过氧化物酶含量高。

专题上分四 与酶有关的实验设计与分析

- 1. D 【解析】**验证酶的高效性需与无机催化剂相比,因此实验中对对照组的蒸馏水应换成 FeCl_3 溶液等无机催化剂,A 错误;验证酶的专一性,实验需要鉴定淀粉和蔗糖是否被唾液淀粉酶分解,用碘液只能检测淀粉是否存在,而无法检测蔗糖溶液是否被分解,B 错误;探究酶作用的适宜温度,应取多支分别装有可溶性

→ **通法攻略 19 关于酶的专一性的实验解析**

淀粉溶液和新鲜唾液的试管置于多个温度的水浴锅中 5 min,达到相应温度后将相同温度的可溶性淀粉溶液和新鲜唾液混合,在同一温度下保温 5 min,再向溶液中加入碘液,观察比较溶液颜色变化,C 错误;验证 pH 对酶的催化速率的影响的实验中,pH 为自变量,因此实验需要先设置不同的 pH 环境,再加入过氧化氢酶,使酶在发挥作用之前先经受不同 pH 的影响,再催化底物反应,D 正确。

- 2. C 【解析】**由题图可以看出反应最终产物量不相等,由于酶不改变反应平衡点,因此推出底物量为甲>乙=丙,A 错误;四支试管在低于最适温度条件下进行,故适当升高甲试管的温度,只能使 A 点提前出现,不会使其向上移动,B 错误;因为实验温度均低于最适温度,而乙试管反应快于丙试管,所以乙所处反应温度高于丙,C 正确;丁试管中加入等量一定浓度的盐酸,淀粉在酸性条件下可以分解,所以丁试管中有产物生成,丁曲线应高于横坐标,D 错误。

- 3. D 【解析】**A、B 组在 t_3 后曲线变成水平,产物浓度达到最大值,说明底物已经被耗尽,A 正确;若 A 组增加底物浓度,则底物完全分解能产生更多的产物且需要的时间会延长,所以 t_3 对应的数值会提高,B 正确;根据题图可知,B 组的催化效率大于 A 组,因此如果 A 组温度提高 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$,则酶的活性会增加,A 组酶催化反应的速率会加快,C 正确;题目中实验的温度梯度较大,不能确定 B 组所处的温度是该反应的最适温度,D 错误。

4. B 【解析】酶的作用是降低化学反应所需的活化能,而不是提高,A 错误。由题图可知,在实验前 20 min,2%淀粉的处理方式使 β -淀粉酶的活性增强;在实验 20~50 min,2%淀粉的处理方式使 β -淀粉酶的活性减弱,B 正确。 β -淀粉酶能使淀粉从末端以两个单糖为单位进行水解,故 β -淀粉酶水解淀粉的产物是麦芽糖, β -淀粉酶在 $\text{pH}=3.3$ 时仍有部分活性,其活性随 pH 升高先增强后减弱,C 错误。比较题图中的曲线可知, $30\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Ca}^{2+}+2\%$ 淀粉的处理方式下酶活性较为稳定,且始终高于单独使用 $30\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Ca}^{2+}$ 处理方式,更有利于较长时间维持 β -淀粉酶的活性,D 错误。

5. D 【解析】处理组①②③④分别为降低氧含量、低温、高温、酸性条件处理,均通过降低多酚氧化酶的活性降低褐变率,A 正确;自然状态下马铃薯并没有发生褐变,是因为细胞内具有生物膜系统,使多酚氧化酶与其底物分别储存在细胞的不同结构中,使两者不能相遇发生反应,B 正确;高温和酸性条件处理可破坏部分多酚氧化酶的空间结构导致其变性,且难以恢复,C 正确;酪氨酸是褐变的底物,减少组织中的酪氨酸可提高褐变抑制率,D 错误。

6. (1) 降低化学反应的活化能

(2) 使酶失去活性,控制反应时间

(3) 实线 温度 $1\sim 13$

(4) 高温使 α -淀粉酶(或蛋白质分子)的空间结构改变

题图解读 本题实验目的是探究 pH 对 α -淀粉酶活性的影响,由题图曲线可知,反应相同时间, $\text{pH}=7$ 时,淀粉剩余量最少; pH 小于 1 或大于 13 时,淀粉的剩余量没有减少。因此, α -淀粉酶的最适 pH 接近 7, pH 小于 1 和大于 13 时,酶失去活性。

【解析】(1) 与无机催化剂相比,酶具有高效性,降低化学反应的活化能的作用更显著,催化效率更高。

(2) 实验过程中,反应 3 min 后该同学迅速加入足量的 NaOH 溶液,强碱可以使酶的空间结构发生改变,故目的是使酶失去活性,控制反应时间。

(3) 由于 α -淀粉酶的最适温度是 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 都低于最适温度,但 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 更接近最适温度,酶的活性较高,由题图可知,实线在测量时间内淀粉剩余量更少,说明酶促反应速率更快,因此实线是 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下测得的结果,虚线是 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下测得的结果。A 点时 pH 不再是限制酶活性的因素,此时限制酶促反应速率的外界因素主要是温度。由题图曲线可知, $\text{pH}\leq 1$ 或 $\text{pH}\geq 13$ 时淀粉不发生水解,即酶完全失去活性,所以 α -淀粉酶能发挥催化作用的 pH 范围是 $1\sim 13$ 。

(4) 高温会使 α -淀粉酶(或蛋白质分子)的空间结构改变,从而使 α -淀粉酶变性失活。

7. (1) 降低化学反应的活化能 氨基酸、核糖核苷酸

(2) 高温使多酚氧化酶变性失活,不能将无色的酚类物质氧化成褐色

(3) 抑制剂类型及浓度 与抑制剂等量的磷酸盐缓冲液
0.10%的柠檬酸

【解析】(1) 生物体内各项生理活动的进行几乎都需要酶的催化,酶的作用机理是降低化学反应的活化能。绝大多数酶是蛋白质,少数酶是 RNA,所以组成酶的单体有氨基酸、核糖核苷酸。

(2) 高温使多酚氧化酶变性失活, 不能将无色的酚类物质氧化成褐色, 所以在制作绿茶的过程中用高温炒制, 防止其褐变。

(3) 科研人员探究褐变抑制剂对多酚氧化酶活性的影响, 由题图可知, 抑制剂类型及浓度是自变量。褐变抑制剂用磷酸盐缓冲液配制而成, 为了遵循单一变量原则, 对照组中应加入与抑制剂等量的磷酸盐缓冲液、等量的底物溶液和酶溶液, 在适宜的条件下测出最大酶活性。据题图可知, 0.10% 的柠檬酸处理下多酚氧化酶的活性最低, 说明此浓度下的抑制效果最佳。

第2节 细胞的能量“货币”ATP



对点上分

1. C 【解析】酶是活细胞产生的具有催化作用的有机物, ATP 是细胞内发生放能反应或有能量产生时生成的有机物, A 正确; ①为含氮碱基, ①和②核糖一起组成腺苷, ③为磷酸基团, B 正确; ④是特殊的化学键, 每个 ATP 分子中有 2 个, C 错误; ATP 是细胞内驱动绝大多数生命活动的直接能量物质, 是细胞内的能量“货币”, 无物种特异性, 酶的合成受遗传物质的控制, 不同的生物体内含有的酶有差别, D 正确。
2. D 【解析】I 为腺嘌呤核糖核苷酸, 是 RNA 的基本组成单位, A 正确; 由题图可知, ATP 是由三分子磷酸、一分子核糖和一分子腺嘌呤组成的, B 正确; 活细胞内的 ATP 含量很少, 在正常条件下, 细胞内 ATP 与 ADP 的相互转化处于动态平衡之中, 以满足细胞的能量需求, C 正确; ATP 的结构中含有两个特殊的化学键, 这种化学键不稳定, 而 ADP 的结构中只含有一个这种特殊的化学键, 因此 ADP 分子的结构比 ATP 分子的结构更稳定, D 错误。
3. CD 【解析】甲和乙是同种物质, 都是 Pi , A 错误; ②过程表示 ATP 的合成, 一般与放能反应相联系, ATP 水解与吸能反应相联系, B 错误; 细胞内的 ATP 含量很少, ATP 与 ADP 的快速转化保证了细胞的能量需求, C 正确; ATP 末端的磷酸基团具有较高的转移势能, 当 ATP 在酶的作用下水解时, 脱离下来的末端磷酸基团挟能量与其他分子结合, 从而使后者发生变化, D 正确。
4. C 【解析】夜光藻细胞中的发光过程由 ATP 水解提供能量, 与 ATP 的水解相联系, 而不是合成, A 错误; 若使用蛋白质变性剂处理夜光藻, 可能会影响与发光相关的蛋白质的活性, 导致夜光藻不可发出蓝色荧光, B 错误; 夜光藻体内荧光素接受 ATP 提供的能量后被激活发光, 说明 ATP 中的化学能可转化为光能, C 正确; 夜光藻细胞内 ATP 与 ADP 的转化处于动态平衡之中, 产生 ATP 的速率和产生 ADP 的速率相当, 一般不会出现产生 ATP 的速率远超过产生 ADP 的速率的情况, D 错误。
5. A 【解析】结合题干“高强度的运动需先经腺苷三磷酸—磷酸肌酸系统供能, 但该系统仅能持续供能约 15 s”, 可知运动员在 400 米短跑时消耗大量的 ATP, 这些 ATP 合成时所需的能量主要来源于磷酸肌酸的转移和葡萄糖的氧化分解, A 正确; ATP 是细胞内的直接能源物质, 而磷酸肌酸不是, 磷酸肌酸中的能量要转移到 ATP 中才能被利用, B 错误; 腺苷三磷酸—磷酸肌酸系统通过去磷酸化和磷酸化进行能量转换来供能, 不需要氧气的参与, C 错误; 剧烈运动时, 细胞内 $\frac{\text{ATP}}{\text{ADP}}$ 的值不会明显下降, 而是处于相对稳定状态,

剧烈运动会使 ATP 与 ADP 的转化速率加快,D 错误。



能力上分

1. D 【解析】糖原磷酸化酶能催化糖原磷酸化酶进行磷酸化,其磷酸基团由 ATP 提供,A 错误;根据题干和题图可知,ATP 会抑制糖原磷酸化酶的活性,而不是糖原磷酸化酶激酶,B 错误;活化的糖原磷酸化酶能催化糖原分解,在血糖较高,糖原的分解受到抑制时,细胞中的糖原磷酸化酶转变为无活性状态,C 错误;糖原磷酸化酶催化糖原分解时需要与糖原结合,构象发生改变,D 正确。
2. D 【解析】ATP 在细胞内的含量很少,但 ATP 与 ADP 在细胞内的相互转化十分迅速,可以为生命活动提供能量,A 错误;由题图可知,萤火虫发光需要荧光素酶的催化,荧光素酶可以催化腺苷酰荧光素转化为腺苷酰氧化荧光素,进而使萤火虫发光 B 错误;由题图可知,腺苷酰荧光素在荧光素酶的作用下被 O_2 氧化发光,不需要消耗 ATP,C 错误;ATP 快速荧光检测仪中含有荧光素、荧光素酶等物质,可用来快速检测食品表面的微生物,无论是需氧型生物还是厌氧型生物均可用 ATP 快速荧光检测仪检测,D 正确。
3. D 【解析】分析题图可知,ATP 水解时可能转移的基团包括磷酸基、焦磷酸基和腺苷酸基,A 正确;ATP 水解一般与吸能反应有关,题图中基团转移时均产生一定的能量,一般与吸能反应相关联,B 正确;对 β 磷酸基团亲核攻击置换出的 AMP,也称腺嘌呤核糖核苷酸,可用于合成 RNA,C 正确;对 α 磷酸基团的亲核攻击置换出的 PP_i 中不存在 ^{18}O ,因此其不能使 DNA 中存在 ^{18}O ,D 错误。
4. C

题图解读

(1) 据题干信息分析:活化的 PKA 催化亚基可将 ATP 上的磷酸基团转移到特定蛋白质的丝氨酸或苏氨酸残基上进行磷酸化,改变这些蛋白的活性,说明蛋白质的丝氨酸或苏氨酸残基上进行磷酸化的过程伴随着 ATP 的水解。

(2) 据题图分析:活化的调节亚基与非活化的催化亚基可在 cAMP 的作用下产生无活性的调节亚基和游离态、活化的催化亚基。

【解析】由题图可知,调节亚基具有结合到 cAMP 的结构域,催化亚基包含活性位点,A 正确;由题图解读可知,B、D 正确;活化后的催化亚基空间结构发生改变,适合发挥催化活性,催化过程需要消耗能量,C 错误。

第 3 节 细胞呼吸的原理和应用



对点上分

1. D 【解析】加入斐林试剂,水浴加热后出现砖红色沉淀能说明酶解液中有还原糖,但蔗糖不是还原糖,A 错误;由于培养液中葡萄糖含量一定,因此增加甲瓶的酵母菌数量不能提高乙醇最大产量,B 错误;溴麝香草酚蓝溶液遇到二氧化碳会出现由蓝变绿再变黄的现象,乙瓶中蓝色溶液变黄,可说明生成了二氧化碳,因为酵母菌的无氧呼吸和有氧呼吸均有二氧化碳产生,故无法判断呼吸类型,C 错误;根据题图信息可知,本次实验酵母菌主

要进行无氧呼吸,故绝大部分 ATP 来自细胞质基质,D 正确。

2. C 【解析】在 $t_1 \sim t_2$ 时刻,单位时间内 O_2 的减少速率越来越慢,说明酵母菌的有氧呼吸速率不断下降,A 正确; t_3 时刻,培养液中氧气的含量不再发生变化,说明酵母菌基本不再进行有氧呼吸,此时主要进行无氧呼吸,由题图可知, $t_1 \sim t_3$ 时刻, CO_2

→ 通法攻略 22 探究酵母菌细胞呼吸方式的实验思路分析

相对含量变化曲线的斜率不变,故 t_1 和 t_3 时产生 CO_2 的速率相同,若单位时间内产生相同量的 CO_2 ,无氧呼吸消耗的葡萄糖是有氧呼吸的 3 倍,因此 t_3 时,培养液中消耗葡萄糖的速率比 t_1 时快,B 正确;题中实验所给温度是最适温度,此时酶的活性最高,反应速率最快,因此若降低 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 培养, O_2 相对含量达到稳定时所需时间会变长,C 错误;据题图可知,酵母菌进行了无氧呼吸,无氧呼吸过程会产生酒精,酒精与酸性重铬酸钾溶液反应后溶液变成灰绿色,D 正确。

3. B 【解析】细胞中丙酮酸和脂酰 CoA 产生的过程有 $[H]$ 生成,释放出少量能量,A 错误;由题干信息可知,有氧呼吸过程中乙酰 CoA 来源于葡萄糖分解产生的丙酮酸,题图显示在脂滴自噬时乙酰 CoA 还可来源于脂肪酸,说明乙酰 CoA 可将糖类和脂质代谢联系起来,B 正确;依据题图信息可知,糖类和脂肪氧化分解的相同代谢过程是③,产物中 CO_2 是有氧呼吸第二阶段的产物,产生场所为线粒体基质, H_2O 是有氧呼吸第三阶段的产物,产生场所为线粒体内膜,所以③过程的场所是线粒体基质和线粒体内膜,C 错误;慢跑是为了促进人体细胞进行有氧呼吸,而用透气纱布包扎伤口是为了抑制厌氧微生物的大量繁殖,D 错误。

4. B 【解析】线粒体是细胞进行有氧呼吸的主要场所,呼吸缺陷型酵母菌的线粒体功能丧失,因此呼吸缺陷型酵母菌只能进行无氧呼吸,在无氧呼吸的第一阶段产生少量的 $[H]$,A 正确;葡萄糖在细胞质基质中被分解为丙酮酸,丙酮酸进入线粒体中被分解,葡萄糖不进入线粒体,因此野生型酵母菌线粒体外膜上没有运输葡萄糖的载体蛋白,B 错误;由题意和题图可知,白色的 TTC 能和 O_2 竞争线粒体中的 $[H]$,TTC 与 $[H]$ 结合后产生红色的 TP,呼吸缺陷型酵母菌的线粒体功能丧失,不能将培养基中的 TTC 转化成红色的 TP,因此培养基上白色的菌落可能是呼吸缺陷型酵母菌形成的,C 正确;呼吸缺陷型酵母菌进行酒精发酵(无氧呼吸)时,会在酒精发酵的第二阶段产生少量 CO_2 ,D 正确。

5. BD 【解析】根据题目信息“2-脱氧葡萄糖可与葡萄糖竞争性结合酶活性位点,抑制酶的功能”可知,2-脱氧葡萄糖会影响有氧呼吸和无氧呼吸第一阶段,A 错误;根据题目信息“砷能抑制线粒体基质中某些酶的活性”可知,砷中毒会影响有氧呼吸的第二阶段,导致细胞呼吸产生 ATP 减少,而细胞中甘油三酯、氨基酸等物质的合成均需要 ATP 提供能量,因此砷中毒可能影响细胞中甘油三酯、氨基酸等物质的合成,B 正确;根据题目信息“某中毒者肌肉细胞中的丙酮酸浓度正常、NADH 浓度偏高”可推测该患者应该是有氧呼吸第一、二阶段正常,第三阶段 $[H]$ 与 O_2 反应生成水无法正常进行,从而出现 NADH 浓度偏高的现象,而砷中毒影响的是有氧呼吸第二阶段,与该中毒者情况不符,C 错误;

根据题目信息“氰化钾会影响线粒体内膜的功能”可知,氰化钾影响的是有氧呼吸第三阶段 $[H]$ 与 O_2 反应生成水的过程,因此氰化钾中毒者的线粒体可能无法利用 O_2 ,D 正确。

6. C 【解析】分析题图,②⑤均为无氧呼吸的第二阶段,无 ATP 的生成,A 错误;在缺氧条件下,神经元和肌细胞无氧呼吸产物不同,原因是神经元和肌细胞中的呼吸酶的种类存在差异,B 错误;由题图可知,在缺氧条件下,北欧鲫鱼通过血液运输将神经元无氧呼吸产生的乳酸运走,避免乳酸积累过多对脑组织造成损害,有利于其适应低温、缺氧环境,C 正确;酒精是脂溶性物质,其进出细胞的方式是自由扩散,而不是主动运输,D 错误。

7. C 【解析】ADH 和 LDH 在无氧呼吸过程中产生并发挥作用,无氧呼吸发生的场所是细胞质基质,因此辣椒根细胞中的 ADH 和 LDH 都是在细胞质基质中发挥作用的,A 正确;据题干可知,辣椒根细胞中同时有 ADH 和 LDH 两种酶,推测在水淹条件下,辣椒根细胞可以同时进行产乳酸和产酒精的无氧呼吸,B 正确;丙酮酸生成乳酸或酒精的过程中,没有 ATP 生成,C 错误; Ca^{2+} 可以增强辣椒根细胞中 ADH 的活性,降低 LDH 的活性,使酒精积累,D 正确。

8. D 【解析】储存环境湿度较大时,细胞中的自由水含量会增加,导致细胞代谢增强,有机物消耗增多,从而不利于粮食的保存,A 正确;酶的活性受温度的影响,低温时酶的活性低,因此仓窖中的低温环境可以降低细胞质基质和线粒体中酶的活性,从而降低细胞呼吸速率,B 正确;细胞呼吸过程中,有机物氧化分解释放的能量,大部分以热能形式散失,少部分用于形成 ATP,C 正确;氧气是有氧呼吸的条件,密封的仓储条件,由于氧气的缺乏,会使有氧呼吸的第三阶段受到抑制,进而使有氧呼吸的第一、二阶段受到抑制,因此密封的仓储条件下,有氧呼吸的第一、二、三阶段都会受到抑制,D 错误。

9. C 【解析】 O_2 浓度为 0 时,植物种子细胞仍可进行无氧呼吸,A 正确;b 点时, O_2 浓度不再是限制有氧呼吸速率的因素,此时有氧呼吸速率的主要限制因素可能是温度,B 正确;干燥、低温、低氧是储存植物种子的最佳条件,若在无氧条件下储存种子,种子将进行无氧呼吸,其产物积累对细胞有毒害作用,C 错误;c 点时,限制有氧呼吸的因素有温度和 O_2 浓度等,D 正确。



能力上分

1. A 【解析】题图甲装置探究的是酵母菌的有氧呼吸,pH 传感器能检测有氧呼吸产生的二氧化碳;题图乙装置探究的是酵母菌的无氧呼吸。甲装置连接橡皮球(或气泵),是为了给酵母菌提供有氧环境,溶液 X 的目的是除去空气中的 CO_2 ,防止空气中的 CO_2 对实验结果产生干扰,A 正确;在有氧呼吸过程中,酵母菌消耗 O_2 ,产生 CO_2 , CO_2 会使 Na_2CO_3 溶液酸性增强,pH 会下降,而不是先上升后下降,B 错误;该实验中环境温度和酵母菌数量属于无关变量,均会影响单位时间内 CO_2 的产生量,故会影响实验结果,C 错误;本实验的自变量为有无氧气,题图甲为有氧条件组,题图乙为无氧条件组,题图甲和乙都为实验组,该实验是相互对照实验,D 错误。

2. D

题图解读 本实验研究的是葱白提取物对模型鼠线粒体功能的影响。题图中自变量为不同的处理方式,因变量为细胞色素 c 的相对表达量,题图中 D 组细胞色素 c 的相对表达量最低。

【解析】线粒体内膜是有氧呼吸第三阶段的场所,消耗氧气,故其上分布有细胞色素 c 氧化酶,A 正确;脂肪是良好的储能物质,脂肪性肝病大鼠的脂肪代谢存在异常,即其能量代谢存在异常,B 正确;葱白提取物能促进 PGC-1 α 的表达影响肝脏脂肪的分解,且与模型组相比,葱白组细胞色素 c 的表达量较高,有助于模型鼠的细胞呼吸,C 正确;分析题干和题图可知,干扰组抑制了模型大鼠 PGC-1 α 的表达,且该组细胞色素 c 的相对表达量最低,故 PGC-1 α 基因表达促进模型鼠细胞呼吸,D 错误。

- 3. A 【解析】**在纯 N₂ 培养条件下,CO₂ 的释放量始终为 0,说明土豆无氧呼吸的产物是乳酸,没有 CO₂ 产生,A 正确;在第一周中,CO₂ 的释放量不变,说明细胞只进行有氧呼吸或同时进行有氧呼吸和无氧呼吸,B 错误;细胞呼吸是生命的基本特征,第二周中,

大招攻略 24 判断细胞呼吸方式的方法

虽然没有 CO₂ 的释放,但是土豆会进行无氧呼吸,C 错误;第三周中,有氧呼吸先增强后减弱,无法判断无氧呼吸的情况,D 错误。

- 4. BD 【解析】**由题图可知,甲型癌细胞产生的乳酸通过 MCT4 运出甲型癌细胞,再通过 MCT1 载体进入乙型癌细胞为其氧化产能提供原料,A 正确;过程③为有氧呼吸的第二阶段,不需要 O₂ 参与,B 错误;甲型癌细胞以糖酵解为主要产能方式,主要产能部位是细胞质基质,利用的主要能源物质是葡萄糖,乙型癌细胞以线粒体氧化为主要产能方式,主要产能场所是线粒体,利用的主要能源物质是乳酸,C 正确;癌细胞无氧呼吸产生的能量一部分以热能的形式散失,这部分散失的能量没有直接用于生命活动,D 错误。

- 5. C 【解析】**由题图可知,复合体 I、Ⅲ、Ⅳ在传递 e⁻的同时转运 H⁺,形成膜两侧 H⁺ 浓度差,但复合体 II 没有转运 H⁺,A 错误;由题图可知,Cytc 是一种部分嵌入膜结构的蛋白质,即该膜的上侧为外侧,下侧为内侧,因为线粒体为双层膜结构,线粒体基质位于内膜内侧,即该膜为线粒体内膜,因此 Cytc 外露部分所处的位置是内膜外侧,即线粒体内外膜间隙,B 错误;由题图可知,NADH 被氧化成 NAD⁺的过程产生 e⁻,琥珀酸由复合体 II 催化变成延胡索酸的过程也产生 e⁻,因此该呼吸链中,传递的 e⁻ 来自 NADH 和琥珀酸,最终受体为 O₂,C 正确;由题图可知,复合体 I、Ⅲ、Ⅳ可以转运 H⁺,形成膜两侧 H⁺ 浓度差,H⁺ 借助 F₀ 和 F₁ 顺浓度梯度回流驱动 ATP 的合成,但细胞呼吸产生的能量大部分以热能的形式散失,少部分储存在 ATP 中,D 错误。

- 6. C 【解析】**途径二为无氧呼吸,无氧呼吸中葡萄糖分子的能量大部分储存在乙醇中,少部分能量转移到 ATP 中,还有一部分能量以热能散失,A 错误;途径二和途径三的存在,使酵母菌在无氧环境中也能生存,提高了酵母菌对环境的适应力,B 错误;途径三为无氧条件,产生的 ATP 较少,因此酵母菌仅通过途径三不能获得满足生长必需的能量,C 正确;途径一过程也可发生在不含线

粒体的细胞中,如硝化细菌、蓝细菌等,D 错误。

7. (1) 细胞质基质

(2) 以热能形式散失、用于合成 ATP、储存在乳酸中 $C_6H_{12}O_6 +$



(3) 1 : 1

(4) 乙 甲、乙两名运动员在摄氧量相同并较高的情况下,乙产生的乳酸少,乙肌肉利用氧的能力更强(或随摄氧量增加,乙乳酸值上升比甲慢)

(5) 葡萄糖

【解析】(1) 运动的过程中,骨骼肌进行有氧呼吸和无氧呼吸,无氧呼吸的场所是细胞质基质,因此产生乳酸的场所为细胞质基质。

(2) 剧烈运动的过程中,细胞既进行有氧呼吸又进行无氧呼吸,有氧呼吸葡萄糖等有机物彻底氧化分解,释放的能量大部分以热能的形式散失,少部分用于合成 ATP,无氧呼吸中葡萄糖氧化分解不彻底,大部分储存在乳酸中,少部分以热能的形式散失,无氧呼吸也合成少量 ATP,因此剧烈运动中,葡萄糖储存的能量经呼吸作用释放后的去向有以热能形式散失、用于合成 ATP、储存在乳酸中。a 运动强度下氧气消耗速率高,乳酸含量少,人体细胞主要进行有氧呼吸,有氧呼吸的反应式可以简写为



(3) 在无氧呼吸过程中,每氧化分解 1 mol 葡萄糖,产生 2 mol 乳酸。已知运动强度为 b 时,乳酸含量与氧气消耗速率的物质的量的相对值比例为 1 : 3,设乳酸含量相对值为 x ,氧气消耗速率相对值为 $3x$,则无氧呼吸分解的葡萄糖为 $\frac{x}{2}$,有氧呼吸分解的

葡萄糖为 $\frac{3x}{6} = \frac{x}{2}$,故此时有氧呼吸与无氧呼吸消耗的葡萄糖的量的比例为 1 : 1。

(4) 根据题图 2 中,相同摄氧量的情况下乙体内乳酸的含量低于甲可知,乙更适合从事马拉松运动。因为甲、乙两名运动员在摄氧量相同并较高的情况下,乙产生的乳酸少,乙肌肉利用氧的能力更强(或随摄氧量增加,乙乳酸值上升比甲慢)。

(5) 一方面葡萄糖可以被直接吸收,供能快,脂肪需经消化后才能被吸收,供能慢;另一方面,脂肪的含氢量高,氧化分解脂肪消耗的氧气比糖类多。从迅速提升能量供应的角度,应选用含葡萄糖的饮品作为补充能量的物质。

专题上分五 有氧呼吸和无氧呼吸的比较

1. A 【解析】连接装置“b→a→c”可探究酵母菌的有氧呼吸,连接装置“d→c”可探究酵母菌的无氧呼吸,A 正确;d 瓶中若葡萄糖有剩余,加入酸性重铬酸钾溶液,因为葡萄糖为还原性糖,其也可能把葡萄糖氧化,使溶液变成灰绿色,B 错误;当酵母菌只进行有氧呼吸时,装置 e 中液滴向左移动,装置 f 液滴不移动,C 错误;当酵母菌既进行有氧呼吸又进行无氧呼吸时,装置 e 的液滴向左移动,f 的液滴向右移动,D 错误。

2. A 【解析】油料作物种子细胞脂肪含量丰富,但也有蛋白质和糖类,A 错误;第 I、II 阶段几乎不吸收 O_2 , CO_2 的释放速率远大于 O_2 的吸收速率,此时种子细胞以无氧呼吸为主,B 正确;与第 I 阶段相比,第 III 阶段种子细胞代谢旺盛,自由水含量较高,C 正确;第 IV 阶段由于现有的有机物不断消耗,呼吸速率逐渐降低,D 正确。

3. D

题图解读 甲装置内装有 NaOH,吸收细胞呼吸释放的二氧化碳,因此甲中红墨水滴的移动是由氧气的变化决定的,乙装置中为蒸馏水,红墨水滴移动的距离代表“吸收的氧气的量-放出的二氧化碳的量”。

【解析】当呼吸底物为葡萄糖时,甲装置中的 NaOH 溶液换为 CO_2 缓冲液,容器内 CO_2 的浓度不变,氧气的量会发生改变,若种子进行有氧呼吸,则甲装置红墨水滴往左移,乙装置红墨水滴不移动,甲装置可以测定消耗的氧气的量,乙装置可以测定无氧呼吸释放的 CO_2 的量,因此仍然可以判断种子呼吸方式,也能测定种子的 RQ ,A 正确;与含淀粉多的小麦种子相比,花生种子中脂质含量高,即 H 的含量更高,因此细胞呼吸需要吸收的氧气更多, RQ 更低,B 正确;当甲装置中红墨水滴左移,乙装置中红墨水滴右移时,说明作物种子既进行有氧呼吸又进行产酒精的无氧呼吸,放出的二氧化碳的量多于吸收的氧气的量,故种子的 RQ 大于 1,C 正确;若种子的 $RQ < 1$,则放出的二氧化碳的量少于吸收的氧气的量,乙装置中红墨水滴左移,甲装置中的氧气的量减少,其红墨水滴也向左移,即可以观察到甲、乙装置中红墨水滴都向左移,D 错误。

4. (1) CO_2 的释放量和 O_2 消耗量之间的差值

(2) 有氧呼吸

(3) 脂肪

【解析】(1) 根据题中的装置图和题干信息分析可推测,甲组中的 NaOH 溶液可吸收瓶中 CO_2 ,所以甲组右侧液面高度变化是锥形瓶内的 O_2 体积变化所致,乙组装置烧杯内盛放的是蒸馏水,因此乙组右侧液面高度变化是由锥形瓶内 CO_2 释放量和 O_2 消耗量之间的差值引起的。

(2) 甲组右管液面升高表明酵母菌细胞呼吸消耗 O_2 ,存在有氧呼吸,乙组右管液面高度不变表明酵母菌细胞呼吸释放的 CO_2 量与消耗的 O_2 量相等,由此可推知,此时酵母菌可能只进行有氧呼吸。

(3) 由于花生种子中脂肪含量较高,且脂肪中含氢较多,含氧较少,则脂肪被氧化时,消耗的 O_2 多于产生的 CO_2 ,所以若甲组右管液面升高,乙组右管液面也升高,则花生种子有氧呼吸分解的底物可能含有脂肪。

5. D 【解析】 O_2 浓度为 0 时,吸收 O_2 的量应该为 0,因此乙曲线表示 O_2 吸收量,A 正确;由题图和题干信息可知,在 O_2 浓度到达 b 之前,该器官单位时间内 O_2 吸收量和 CO_2 释放量不相等,说明该器官进行的是产酒精和 CO_2 的无氧呼吸, O_2 浓度为 b 时,该器官 O_2 的吸收量等于 CO_2 的释放量,说明此时只进行有氧呼吸,不进行无氧呼吸,B 正确; O_2 浓度由 0 到 b 的过程中,随 O_2 浓度

升高,有氧呼吸速率加快,则有氧呼吸消耗葡萄糖的速率逐渐增加,C 正确;据题图可知, O_2 浓度为 a 时, CO_2 的释放量相对值约为 0.6,包括有氧呼吸和无氧呼吸释放的 CO_2 总量,此时 O_2 的吸收量相对值约为 0.3,据此推知,有氧呼吸消耗的葡萄糖约为 0.05,无氧呼吸释放的 CO_2 约为 $0.6-0.3=0.3$,无氧呼吸消耗的葡萄糖约为 0.15,则 O_2 浓度为 a 时消耗的葡萄糖总量约为 $0.05+0.15=0.2$, O_2 浓度为 b 时植物只进行有氧呼吸,此时 O_2 的消耗量与 CO_2 的产生量相对值均约为 0.7,可计算得出此时葡萄糖的消耗速率为 $\frac{0.7}{6} \approx 0.12$,小于 O_2 浓度为 a 时的消耗量,故 O_2 浓度为 a 时葡萄糖消耗速率不是最小,并不是最适合保存该器官的 O_2 浓度,D 错误。

6. D

题图解读 (1) 酵母菌可进行有氧呼吸和无氧呼吸,有氧呼吸消耗的葡萄糖与生成的二氧化碳的物质的量之比是 1:6,无氧呼吸消耗的葡萄糖与生成的二氧化碳的物质的量之比是 1:2,无氧呼吸时产生的酒精和二氧化碳的物质的量之比为 1:1。

(2) 题图分析:两条坐标曲线中,一条是产生 CO_2 的量,另一条是产生酒精的量;氧浓度为 a 时,产生 CO_2 的量等于产生酒精的量,说明此时酵母菌只进行无氧呼吸;氧浓度为 b 或 c 时,产生 CO_2 的量均大于产生酒精的量,说明酵母菌存在有氧呼吸和无氧呼吸两种呼吸方式;氧浓度为 d 时,酒精的产生量为 0,说明从该氧浓度开始酵母菌只进行有氧呼吸。

【解析】 氧浓度为 a 时,酒精产生量与 CO_2 产生量相同,说明只进行无氧呼吸,葡萄糖不彻底分解,其中的大部分能量转移到酒精中,释放出来的能量大部分以热能形式散失,少部分储存在 ATP 中,A 正确;当氧浓度为 b 时,产生 CO_2 的量多于产生酒精的量,此时酵母菌既进行有氧呼吸,也进行无氧呼吸,故合成 ATP 的场所所有细胞质基质和线粒体,B 正确;氧浓度为 c 时,产生酒精的量为 6 mol,由题图解读可知,有 3 mol 葡萄糖用于无氧呼吸,同时产生 6 mol CO_2 ,而此时 CO_2 的总产生量为 15 mol,则有氧呼吸产生 CO_2 的量为 $15-6=9$ (mol),说明有 1.5 mol 葡萄糖用于有氧呼吸,故葡萄糖用于酵母菌有氧呼吸的比例为 $\frac{1.5}{3+1.5} = \frac{1}{3}$,C 正确;当氧浓度为 d 时,酵母菌只进行有氧呼吸,产生大量的 $[H]$ 和 ATP,但大量 $[H]$ 在线粒体内膜上被消耗,D 错误。

7. D 【解析】 t_1 时刻,酒精产生速率为 0,Ⅰ、Ⅱ两条曲线重合,说明此时酵母菌只进行有氧呼吸,无氧呼吸消失,A 正确;如果改变温度条件,酶的活性会升高或降低, t_1 会左移或右移, $0 \sim t_1$ 产生的 CO_2 量 = $S_1 + S_2 + S_3 + S_4$,无氧呼吸产生的 CO_2 量 = 无氧呼吸产生的酒精量 = $S_2 + S_3$,有氧呼吸消耗的氧气量 = 有氧呼吸产生的 CO_2 量 = $S_2 + S_4$,即 $S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = S_2 + S_3 + S_2 + S_4$,即 S_1 和 S_2 的值始终相等,B 正确;结合 B 项分析可知, $S_1 = S_2$,若 $S_2 : S_3 = 2 : 1$, $S_4 : S_1 = 8 : 1$ 时,则 $S_4 : S_2 = 8 : 1$,有氧呼吸产生的 CO_2 量 = $S_2 + S_4 = 9S_2$,无氧呼吸产生的 CO_2 量 = $S_2 + S_3 = 1.5S_2$,有氧呼吸产

生的 CO_2 量: 无氧呼吸产生的 CO_2 量 = 6 : 1, 有氧呼吸消耗 1 mol 葡萄糖产生 6 mol CO_2 , 无氧呼吸消耗 1 mol 葡萄糖产生 2 mol CO_2 , 因此 $0 \sim t_1$ 时间段有氧呼吸和无氧呼吸消耗的葡萄糖量的比值为 2 : 1, C 正确; 乳酸菌进行无氧呼吸消耗 1 mol 葡萄糖产生 2 mol 乳酸, 酵母菌无氧呼吸消耗 1 mol 葡萄糖产生 2 mol 酒精, 若曲线 IV 和曲线 III 两者完全重合, 说明酵母菌和乳酸菌进行无氧呼吸且乳酸和酒精的产生速率相等, 但酵母菌同时进行有氧呼吸, 则 $0 \sim t_1$ 时间段酵母菌细胞呼吸消耗的葡萄糖量大于乳酸菌, D 错误。

8. (1) A

(2) A 瓶种子呼吸强度较大, 种子进行呼吸作用消耗 O_2 , 而放出的 CO_2 被瓶内的 NaOH 溶液吸收, 使瓶内气压下降

(3) A

(4) $\frac{B-A}{B}$

解题提示 据题图分析可知, A 瓶内放的是湿棉花和已萌发的种子, 呼吸强度较大, 消耗 O_2 , 生成 CO_2 , 同时释放大量的能量, 但生成的 CO_2 会被 NaOH 溶液吸收, 导致锥形瓶内气压降低; B 瓶内放的是干棉花和干种子, 呼吸强度较 A 瓶弱, 消耗的 O_2 和生成的 CO_2 均较 A 少, 释放的热量亦较 A 少, 故锥形瓶内气压降低程度较 A 弱。

【解析】(1) A 瓶内放的是湿棉花, 湿棉花可以促进种子萌发, 萌发的种子呼吸作用较强, 释放较多热量, 因此 A 瓶比 B 瓶的温度高。
(2) A 瓶中种子呼吸强度较大, 种子进行有氧呼吸, 消耗 O_2 , 放出 CO_2 , CO_2 被瓶内的 NaOH 溶液吸收, 导致瓶内气压下降, 因此, A 瓶导管液面明显上升。

(3) A 瓶内 O_2 含量下降快, 乳酸菌是厌氧微生物, 在 A 瓶中发酵速度较快, 因此, A 瓶内乳酸菌产生的乳酸的量较多, 先变酸。

(4) 由题意可知, 装置内放置 NaOH 溶液, CO_2 被 NaOH 溶液全部吸收, 测得的 B 毫升为小麦呼吸作用所吸收的 O_2 量; 装置内不放置 NaOH 溶液, 测得的 A 毫升为小麦种子呼吸作用所吸收的 O_2 量与放出的 CO_2 量的差值, 则小麦种子呼吸作用放出的 CO_2

量 = $B - A$; 据题干对呼吸商的定义可知, 本实验中 $RQ = \frac{B-A}{B}$ 。

第 4 节 光合作用与能量转化

第 1 课时 捕获光能的色素和结构



1. C **【解析】**题图甲中①为类囊体, 在类囊体薄膜上分布有与光合作用有关的色素, 这些色素主要吸收红光和蓝紫光, 对绿光吸收最少, 故叶片呈绿色, A 正确; 色素易溶于有机溶剂, 故可用无水乙醇提取色素, B 正确; 分析题图乙可知, B 带最宽, 代表含量最多, 为叶绿素 a, 胡萝卜素在层析液中溶解度最大, 因此随着层析液在滤纸条上扩散得最快, C 错误; 题图乙中 A 带扩散速度最慢, 为叶绿素 b, 其颜色为黄绿色, D 正确。

2. D **【解析】**方法①中的“?”代表的是 SiO_2 , 加入该成分有助于研

磨更充分,A 正确;方法①②中加入的 CaCO_3 的作用是防止色素被破坏,能提高色素的提取量,B 正确;方法②中沸水浴可破坏膜上蛋白质结构,进而破坏膜结构,使色素充分释放,C 正确;方法②延长沸水浴时间,可能导致叶绿体中的色素被分解,使色素提取量变少,D 错误。

3. C 【解析】分析题图不同色素的吸收光谱,甲、乙、丙分别为叶绿素 b、类胡萝卜素、叶绿素 a。类胡萝卜素在层析液中溶解度最大,因而在滤纸上移动上升的距离最大,Rf 值最大;其次为叶绿素 a,再次为叶绿素 b,所以 Rf 值由大到小依次为乙、丙、甲,C 正确。

4. D 【解析】分析题图可知,弱光条件下叶绿体移到细胞的四周,能最大限度地吸收光能,保证高效率的光合作用,而强光条件下,叶绿体移动到细胞两侧,以避免强光灼伤,A、B 正确;细胞骨架与细胞运动、分裂、分化以及物质运输、能量转化、信息传递等生命活动密切相关,若破坏细胞骨架,则叶绿体的定位和运动会异常,C 正确;光合色素对绿光吸收很少,将光照强度很高的红光改成同等强度的绿光,相当于降低光照强度,叶绿体会汇集到细胞顶面(受光面),D 错误。

5. B 【解析】恩格尔曼的实验通过观察需氧细菌在水绵叶绿体不同部位的分布,直接证明了叶绿体能吸收光能用于光合作用放氧,A 正确;需氧细菌属于细菌,是原核生物,没有线粒体,B 错误;用极细的光束照射水绵,光照部位是水绵在自然状态下的模拟,故为对照组,无光照的部位是人为处理后(黑暗)的结果,故应为实验组,两个部位可以形成一组对照实验,C 正确;叶绿体中的色素在光合作用中所起的主要作用是吸收可见光,其中叶绿素主要吸收红光和蓝紫光,类胡萝卜素主要吸收蓝紫光,D 正确。



能力上分

1. C 【解析】提取色素的过程中加入二氧化硅,可使叶片研磨更充分,有利于色素的释放,A 正确;应将色素提取液滴在 a 处,b 处连接层析液,B 正确;胡萝卜素在层析液中溶解度最大,扩散速度最快,但在滤纸上分离出来的色素带最窄,C 错误;实验结果应是得到四个不同颜色、不同大小的同心圆,从外向内依次为胡萝卜素、叶黄素、叶绿素 a、叶绿素 b,最里面的叶绿素 b 呈黄绿色,D 正确。

2. C 【解析】该方法与纸层析法遵循相同的分离原理,即不同色素在层析液中的溶解度不同,溶解度高的色素随层析液扩散得快,溶解度低的随层析液扩散得慢,A 正确;若分离色素时点样处触及层析液,色素溶解于层析液中,硅胶板上不会出现色素斑点,B 正确;不同种植物所含有的与光合作用有关的色素种类相同,经过层析后色素斑点在硅胶板上的排列顺序相同,C 错误;与纸层析法相比,该方法点样时无需画滤液细线,只需将样品点在圆心附近即可,降低了点样难度,D 正确。

3. ABC 【解析】需氧细菌需要氧气进行有氧呼吸,因此用需氧细菌可确定水绵释放氧气多的部位,A 正确;白光下水绵叶绿体各部位氧气产生较均匀,因此需氧细菌均匀地分布在叶绿体周围,B 正确;水绵叶绿体中的色素为脂溶性色素,能溶解在无水乙醇等有机溶剂中,C 正确;C 组实验中的自变量是光质,有红、绿、蓝

三种光,吸收光能的色素中,叶绿素主要吸收红光和蓝紫光,类胡萝卜素主要吸收蓝紫光,因此在蓝光点和红光点区域释放的氧气较多,聚集的需氧细菌较多,D 错误。

- 4. C 【解析】**分析题意和题图甲、乙可知,实验的自变量分别为 pH 与光的波长以及是否添加花青素、花青素的含量和光的波长,因变量分别是吸光度和 $\frac{K}{S}$ 值。实验过程中除自变量之外,无关变量(如温度和浓度)要保持相同且适宜,A 正确;分析题图甲可知,pH=2 升高到 pH=6 过程中,吸光度的吸收峰逐渐变得平缓最后基本消失,B 正确;空白样应选取不含花青素的样液,在其余条件相同的情况下进行实验,由于黑米花青素是水溶性色素,故空白样应选择蒸馏水,C 错误;由题图乙可知,在酸性条件下提高黑米花青素的浓度更有利于丝绸的着色,D 正确。

第 2 课时 光合作用的原理和应用



- 1. D 【解析】**恩格尔曼以需氧细菌与水绵为材料,在探究叶绿体的功能实验中通过观察需氧细菌的分布,得出了叶绿体吸收光能释放氧气的结论,巧妙地将氧气的释放可视化,A 正确;希尔在离体叶绿体的悬浮液中加入铁盐或其他氧化剂,发现在光照下可释放出氧气,说明离体叶绿体在适当条件下能进行水的光解,产生氧气,B 正确;鲁宾和卡门利用同位素示踪的方法,用 ^{18}O 分别标记 H_2O 和 CO_2 ,证明光合作用产生的 O_2 中的 O 全部来自 H_2O ,C 正确;阿尔农发现在光照下,叶绿体可以合成 ATP,且这一过程总是与水的光解相伴随,D 错误。
- 2. C 【解析】**希尔反应缺少悬浮液中只加入 CO_2 不加 H_2O 的对照实验,故不清楚植物光合作用产生的氧气中的氧元素是否能来自 CO_2 ,A 错误;氧化型 DCIP 在希尔反应中的作用,相当于叶绿体中的 NADP^+ ,光反应中产生的电子和 H^+ 可使 NADP^+ 转变为 NADPH ,B 错误;希尔反应过程中,DCIP 作为人工电子受体,接受电子被还原,变为无色,同时反应体系中有氧气放出,故希尔反应的检测指标可以是颜色变化或氧气释放速率,C 正确;希尔反应说明水的光解和有机物的合成不是同一个化学反应,若要证明有机物的最终合成和水的光解无关,还需要设置其他对照实验,D 错误。
- 3. B 【解析】**绿叶中色素包括叶绿素和类胡萝卜素,分布在叶绿体的类囊体薄膜上,具有吸收光能的作用,A 正确;题图中 B 代表 O_2 ,C 代表 ATP,光反应阶段产生的 O_2 可以释放到叶绿体外,参与植物的有氧呼吸第三阶段,植物细胞中的细胞呼吸也能产生 ATP,B 错误;题图中 D 表示 C_3 ,若光照强度突然减弱,则短时间内,光反应强度减弱,产生的 $[\text{H}]$ 和 ATP 减少,被还原的 C_3 减少,剩余的 C_3 增多, CO_2 的固定短时间内不受影响,使 C_3 的合成不受影响,故短时间内 C_3 含量增加,C 正确;F 表示暗反应阶段,暗反应过程将 ATP 中活跃的化学能转化为有机物中稳定的化学能储存起来,D 正确。
- 4. B 【解析】**该生物为蓝细菌,属于原核生物,没有叶绿体,A 错误;叶绿素转化光能时失去电子,需要从水中获取电子使水发生

分解,B 正确;过程②为 CO_2 的固定,该过程不需要光反应产生的 ATP 和 NADPH 参与,C 错误;提高水体中 CO_2 浓度,则短时间内 C_3 的含量增加, C_5 含量减少,蓝细菌中 $\frac{\text{C}_3}{\text{C}_5}$ 的值增大,D 错误。

5. D

题图解读 ①过程为太阳能电池吸收光能;②过程为水电解形成氧气和氢气;③过程为二氧化碳和氢气在无机催化剂催化下形成甲醛,再经过单碳缩合形成三碳化合物;④过程为三碳化合物进行三碳缩合形成六碳化合物;⑤过程为六碳化合物在生物酶的催化作用下形成淀粉。

【解析】植物光反应过程为光合色素吸收、传递、转化光能用于水的光解,题图中①过程为太阳能电池吸收光能,并转化为电能,②过程为水电解形成氧气和氢气,因此①~⑤中相当于植物光反应过程的是①②,A 错误;③过程为二氧化碳和氢气在无机催化剂催化下形成甲醛,再经过单碳缩合形成三碳化合物,相当于 CO_2 的固定过程,该过程不需要人工添加 C_5 ,B 错误;④过程类似于光合作用中 C_3 还原转化为糖类的过程,在植物体内需要消耗 ATP 和 NADPH,其中 ATP 提供能量,NADPH 提供能量和还原剂,C 错误;生物酶降低活化能的作用更显著,催化效率更高,D 正确。

6. D 【解析】光合作用包括光反应和暗反应,光反应需要光,夜晚没有光照,无法进行光反应,也就不能进行光合作用,A 错误;白天植物进行光合作用和呼吸作用,叶绿体进行光合作用产生 ATP,细胞进行呼吸作用在细胞质基质和线粒体中也能产生 ATP,B 错误;白天气孔关闭,苹果酸脱羧释放的 CO_2 可用于光合作用,但植物呼吸作用也会产生 CO_2 ,所以固定的 CO_2 并不全部来源于苹果酸脱羧,C 错误;干旱地区水分少,植物白天气孔关闭,能够减少水分散失,而其通过特殊的固定 CO_2 方式仍能进行光合作用,这种方式有利于减少水分散失,D 正确。

7. A 【解析】蔗糖与 H^+ 共同被转运是液泡主动吸收蔗糖的过程,能体现膜的选择透过性,A 正确;磷酸丙糖的合成发生在暗反应中 C_3 的还原阶段,需要消耗光反应产生的 ATP,B 错误;蔗糖由细胞质基质进入液泡时是逆浓度梯度运输,属于主动运输过程,消耗能量,C 错误;分析题图可知,淀粉合成的场所是叶绿体基质,D 错误。

8. B 【解析】冬季种植大棚蔬菜,夜间适当降低温度,可减少植物有机物的消耗,A 正确;低氧、零上低温、湿度适宜的环境有利于水果蔬菜的保鲜,B 错误;温室种植蔬菜时应用无色透明的薄膜,不宜用绿色薄膜,C 正确;合理密植能减少作物对阳光的竞争,间作和套种可使不同作物充分利用光照,可提高农作物产量,D 正确。

题后拓展 合理密植既充分利用了单位面积上的光照从而避免浪费,又不至于让叶片相互遮挡,影响光合作用的进行,从而能够提高产量。

9. D 【解析】分析题意及题图,该实验的自变量是光质和光照时间,A 正确;步骤②中 4 组装置灯带亮度值不同是为了让光照强

度在各组间一致,控制无关变量,B 正确;检测指标为溶解氧含量变化可以排除起始溶解氧含量不同所引起的误差,C 正确;实验结果表明不同颜色的光对黑藻光合作用强度的影响不同,25 分钟内,红色光照下黑藻光合作用最强,25 分钟之后,白色光照下黑藻光合作用最强,D 错误。

- 10. A 【解析】**题述氧化氨和亚硝酸的过程都能释放出化学能,这两种细菌都能利用相应的能量合成有机物,A 正确;细菌的化能合成作用会增加土壤中硝酸盐含量,B 错误;植物的光合作用是利用光能将二氧化碳和水转化为有机物,发生场所在叶绿体,而亚硝酸细菌(属于原核生物,没有叶绿体)的化能合成作用是利用化学能将二氧化碳和水转化为有机物,因此亚硝酸细菌化能合成作用与植物光合作用的能量来源和发生场所都不同,C 错误;亚硝酸细菌和硝酸细菌属于化能自养型细菌,亚硝酸细菌和硝酸细菌利用无机物氧化时释放的化学能,将二氧化碳转变为(CH_2O),利用的是细胞外界的能量,D 错误。

能力上分

- 1. A 【解析】**鲁宾和卡门用同位素 ^{18}O 分别标记水和二氧化碳, ^{18}O 不具有放射性,故鲁宾和卡门没有运用放射性同位素标记技术,A 错误;题表中卡尔文研究的生理过程(即光合作用的暗反应)发生的具体场所为叶绿体基质,B 正确;鲁宾和卡门的实验中使用了同位素 ^{18}O 标记的 H_2^{18}O 、 C^{18}O_2 ,卡尔文的实验中使用了同位素 ^{14}C 标记的 $^{14}\text{CO}_2$,C 正确;二氧化碳在光合作用过程中首先与五碳化合物结合,固定为三碳化合物,然后经三碳化合物的还原过程,转化成糖类,所以 ^{14}C 的转移途径为 $^{14}\text{CO}_2 \rightarrow ^{14}\text{C}_3 \rightarrow (^{14}\text{CH}_2\text{O})$,D 正确。
- 2. B 【解析】**蓝细菌为原核生物,没有叶绿体,A 错误;由题意可知,R 酶除了固定 CO_2 之外,还能催化 O_2 与 C_5 结合形成 C_3 和 C_2 , O_2 和 CO_2 竞争性结合 R 酶的同一位点,据此推测,蓝细菌固定 CO_2 时,细胞中的 O_2 不易进入羧化体与 C_5 结合形成 C_3 和 C_2 ,B 正确; HCO_3^- 转运蛋白基因表达减少,会使 HCO_3^- 进入细胞的量减少,进而导致羧化体内 CO_2 生成减少,暗反应的原料减少,从而不利于有机物积累,C 错误;由题图可知, CO_2 借助 CO_2 转运蛋白通过光合片层膜,还需要消耗能量,为主动运输,D 错误。
- 3. B 【解析】**植物细胞产生 NADPH 的场所为类囊体薄膜,丙瓶为不透光玻璃瓶,其中的浮游植物不能进行光合作用,因此不能产生 NADPH,A 错误;一昼夜丙瓶中生物细胞呼吸消耗的 O_2 量为 $4.9 - 3.8 = 1.1(\text{mg})$,B 正确;一昼夜后,乙瓶水样中的生产者进行光合作用消耗 CO_2 , CO_2 含量下降,pH 上升,而丙瓶中生物只进行细胞呼吸, CO_2 含量上升,pH 下降,因此一昼夜后乙瓶水样的 pH 比丙瓶的高,C 错误;一昼夜乙瓶中生物积累的 O_2 量为 $5.6 - 4.9 = 0.7(\text{mg})$,等体积的、不透光的丙瓶中 O_2 消耗量为 $4.9 - 3.8 = 1.1(\text{mg})$,即瓶中生物呼吸作用耗氧量为 1.1 mg ,因此乙瓶中生产者真正光合作用释放的 O_2 量 $= 1.1 + 0.7 = 1.8(\text{mg})$,D 错误。
- 4. D 【解析】**光反应阶段需要光照,暗反应阶段有光无光都可以进行,ad 段既有光反应也有暗反应,de 段在黑暗开始之后,仍有

氧气释放,因此实验结果不支持光合作用可分为光反应和暗反应两个阶段,A 错误;如果是持续光照,那么光反应可为暗反应持续提供 NADPH 和 ATP,使暗反应不间断地进行且反应速率保持相对稳定,则与“间歇光”20 分钟相比,推测持续光照 20 分钟时叶绿体有机物合成总量更多,且题图中缺少连续光照的对照试验,不能得出间歇光照可以提高光合作用速率的结论,B 错误;虚线表示 O_2 释放速率的变化,实线表示 CO_2 吸收速率的变化,结合题图可知, (S_1+S_2) 表示光反应释放的 O_2 总量, (S_2+S_3) 表示暗反应吸收的 CO_2 总量,C 错误;分析题图,光照开始后一段时间内 O_2 的释放速率明显大于 CO_2 的吸收速率(即光反应速率大于暗反应速率),而暗反应速率限制了光反应速率,所以才会导致 O_2 的释放速率下降,D 正确。

5. (1) 蓝紫 叶黄素和胡萝卜素(或类胡萝卜素)

(2) 绿光 叶绿素对绿光吸收利用率很低,在绿光条件下细胞内叶绿素合成增多,有利于吸收更多光能,以满足植物需要 蓝光

2.1

(3) 蓝光下,光合速率大. 消耗的二氧化碳多

(4) 设置一系列不同光照强度梯度的蓝光处理组,光照一段时间后,测定各组植物的光合速率 在一定范围内,随蓝光强度增大,植物光合速率增大,蓝光强度增大到一定程度后,植物光合速率不再增大

【解析】(1)除题图中显示的叶绿素 a、叶绿素 b 外,光合色素还有叶黄素和胡萝卜素,其主要吸收蓝紫光。

(2)分析题图 1,单色光中绿光处理组叶绿素含量最高,原因可能是叶绿素对绿光吸收利用率很低,绿光条件下植物需合成更多的叶绿素来满足植物光合作用需要。若每天光照 10 h,有机物每天的积累量=总光合速率 $\times 3\ 600 \times 10$ -呼吸速率 $\times 3\ 600 \times 24$,利用题图中数据及该公式计算可知有机物积累最多的是蓝光处理组。假设蓝光条件下该植物生长所需的最少光照时间为 n ,即总光合速率 $\times 3\ 600 \times n >$ 呼吸速率 $\times 3\ 600 \times 24$,解得 $n \approx 2.1$,因此每天光照需超过 2.1 h。

(3)蓝光处理组较红光处理组气孔导度大,但胞间 CO_2 浓度却较低,分析其原因是蓝光处理组光合速率大,消耗的 CO_2 多,导致最终胞间积累 CO_2 浓度较低。

(4)若要进一步探究蓝光强度对该植物光合速率的影响,实验思路为设置一系列不同光照强度梯度的蓝光处理组,测定各组植物的光合速率。预期实验结果为在一定范围内,随蓝光强度的增大,植物光合速率不断增大,蓝光强度增大到一定程度后,植物光合速率不再增大。

6. (1) 类囊体薄膜 NADPH 能量和还原剂

(2) ①PS II ②随低温弱光胁迫时间的延长,PS I 的活性几乎不变,PS II 的活性逐渐降低 提高 PS II 以热能形式消耗光能

(3) 蓝光能提高 PS II 活性

【解析】(1)叶绿体内含有的两个光系统,能够吸收、传递和转化光能,因此光系统 I (PS I) 和光系统 II (PS II) 位于类囊体薄膜上。分析题图 1 可知,光照下,PS II 将电子传递给 PS I,电子经

传递最终与 H^+ 和 $NADP^+$ 结合生成 $NADPH$, $NADPH$ 在暗反应 C_3 的还原过程中提供能量和还原剂。

(2) ①分析题图 2 中低温+弱光的条件,与对照组相比,随低温弱光胁迫时间的延长,PS I 的活性几乎不变,PS II 的活性逐渐降低,因此低温前提下,弱光导致的光抑制现象可能是由于 PS II 被破坏而导致的。②分析题图 2 的第三个柱状图可知,低温弱光胁迫的 0~3 h 内,PS II 以热能形式消耗过剩光能明显提高,因此推测桃树叶片会通过提高 PS II 以热能形式消耗光能来降低过剩光能对光系统的伤害,但随时间延长,光系统受损严重导致光抑制加重。

(3) 农业上常通过补充蓝光来改善“倒春寒”引起的光抑制现象,结合题述研究可知,随低温弱光胁迫时间的延长,PS I 的活性几乎不变,PS II 的活性逐渐降低,且桃树叶片会通过提高 PS II 以热能形式消耗光能来降低过剩光能对光系统的伤害,因此推测蓝光能提高 PS II 活性。

第 4 节 节测上分

1. A 【解析】由题图可知,光照强度为 a 时,红松的光合作用速率与呼吸速率的比值($\frac{P}{R}$)大于 0 小于 1,即此时红松叶肉细胞既进行光合作用,也进行呼吸作用,产生 ATP 的场所是细胞质基质、线粒体、叶绿体,A 正确。光照强度大于 b 且小于 d 时,限制红松 $\frac{P}{R}$ 值增大的主要外界因素仍然是光照强度,在光照强度大于 d 点之后,限制其 $\frac{P}{R}$ 值增大的主要外界因素是 CO_2 浓度,B 错误。光照强度为 c 时,红松和人参的 $\frac{P}{R}$ 值相同,但二者的光合速率和呼吸速率不一定相同,故红松和人参的净光合速率不一定相同,C 错误。光照强度为 a 时,对于人参而言,光合作用速率与呼吸速率的比值($\frac{P}{R}$)为 1,光照 12 小时没有积累有机物,夜晚无光照只进行呼吸作用,消耗有机物,一昼夜后干重减少;红松的光合作用速率与呼吸速率的比值($\frac{P}{R}$)小于 1,光照 12 小时光合作用合成的有机物不能满足相同时间内自身呼吸所需,晚上进行呼吸作用进一步消耗有机物,一昼夜后干重减少,D 错误。

2. C

题图分析 题图中的水的光解发生在叶绿体的类囊体腔中,A 是氧气,B 是 ADP 和 P_i ,C 是 ATP,D 是 $NADP^+$,E 是 $NADPH$,F 是二氧化碳。

【解析】分析题图可知,C、E 可用于 C_3 的还原,故 E 是 $NADPH$,B 是 ADP 和 P_i ,C 是 ATP。当 H^+ 顺浓度梯度经过 Z 蛋白运出类囊体腔时,ADP 和 P_i 利用化学势能转化为 ATP,即 B 物质被用来合成了 C 物质,A 正确。叶绿素分子中被光激发的 e^- ,经传递到达 D($NADP^+$)同时结合 H^+ 合成 E,即 $NADPH$,B 正确。物质 F 是 CO_2 ,浓度降低至原浓度一半时,短时间内 CO_2 的固定速率降

低,但 C_3 的还原速率基本不变,故 C_5 的含量将升高,C 错误。由题意可知,PSBS 是一种类囊体膜蛋白,能感应类囊体腔内 H^+ 的浓度而被激活,激活的 PSBS 抑制电子在类囊体膜上的传递,最终将过量的光能转换成热能释放,防止强光对植物细胞造成损伤。降低 Z 蛋白的活性会减少 H^+ 向类囊体腔外运输,阻断卡尔文循环中 F 的供应会导致暗反应减弱,进而抑制光反应,使叶绿素吸收的光能过剩,因此降低 Z 蛋白的活性和阻断卡尔文循环中 F 的供应都将有利于 PSBS 发挥功能,防止强光对植物细胞造成损伤,D 正确。

3. A 【解析】据题表分析,蓝色氧化状态的 DCPIP 接受氢后变成无色还原状态的 $DCPIPH_2$,因没有产生还原 C_3 的 NADPH,实验结束后 A 组试管中叶绿体无 (CH_2O) 的产生,A 符合题意;叶绿体是具膜细胞器,使用蔗糖溶液而不使用蒸馏水的原因是避免叶绿体吸水涨破,B 不符合题意;其他条件均相同,A(有光照)与 C(无光照)比较,A 试管因有氢产生,上层液体呈无色,B 试管因无氢产生,上层液体呈蓝色,可以说明光照是氢产生的条件,C 不符合题意;设置 B 和 D 试管是为了说明 DCPIP 在光照和黑暗条件下自身不会变色,D 不符合题意。

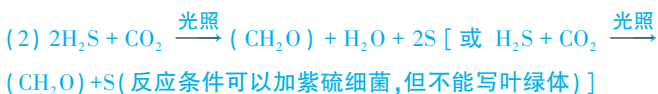
4. A 【解析】由题图 3 可知,遮阴组节间距比正常光照组大,这说明节间距增加是遮阴条件下番茄植株茎伸长速度加快的原因之一,A 正确;因为植物叶片中的光合色素主要吸收红光和蓝紫光,植物对远红光的吸收很少,因此自然光被植物滤过后,遮阴下的叶片 $\frac{R}{FR}$ 的值降低,B 错误;遮阴反应有利于下层植物叶片捕获更多的光能,提高植物遮阴时的光合作用强度,C 错误;遮阴处理的番茄,用于茎生长的有机物增多,导致节间距增加,而用于果实生长的有机物减少,D 错误。

5. C 【解析】题图中显示,PS II 中的色素吸收光能后,将 H_2O 分解为 O_2 、 H^+ 和电子,产生的电子传递给 PS I 用于将 $NADP^+$ 和 H^+ 结合形成 NADPH,A 正确;由题图可知,在 ATP 合成酶的作用下, H^+ 顺浓度梯度转运提供势能,促进 ADP 和 P_i 合成 ATP,B 正确;分析题图可知,光反应过程将吸收的一部分光能转换为活跃的化学能储存在 ATP 中,还有一部分储存在 NADPH 中,C 错误;由题意可知,PS II 和 PS I 分布在叶肉细胞叶绿体的类囊体膜上,自然界中能发生光合作用的生物,不一定具有叶绿体,如蓝细菌,故可进行光合作用的生物不一定具备 PS II 和 PS I 结构,D 正确。

6. A 【解析】据题图可知,随着三氮苯相对质量分数的增加,品种甲的放氧速率相对值逐渐降低,即水的光解速率也逐渐减小,当三氮苯相对质量分数达到 20% 时放氧速率相对值为 0,水的光解也停止,此时水的光解速率为 0,A 错误;三氮苯作用于光系统 II 中的质体醌,阻断电子传递,阻断光反应,使氧气释放减少,分析题图可知,与品种乙相比,三氮苯相对质量分数不为 0 时,同一相对质量分数的三氮苯处理,品种甲放氧速率更低,推测品种甲光系统 II 中的质体醌对三氮苯更敏感,B 正确;分析题图可知,随着三氮苯质量分数的增加,品种甲的放氧速率逐渐降低,水的光解速率逐渐减小,三氮苯质量分数达到 20% 时品种甲的放氧速

率为0,水的光解停止,C正确;糖的合成与 CO_2 有关,题图中实验是将甲、乙两种植物的离体叶绿体置于无 CO_2 环境下进行,即没有糖的合成,但水的光解依然能够进行,说明水的光解与糖的合成不是同一个化学反应,D正确。

7. (1) 水的光解(光反应) NADP^+



(3) 叶绿体基质 升高

(4) $8 \text{ ADP、Pi 和 } \text{NADP}^+$ 光强不足(或叶绿素含量低)

【解析】(1)由题干信息可知,离体叶绿体的悬浮液中加入铁盐(悬浮液中有 H_2O ,没有 CO_2),就能在光照下释放出氧气,说明离体叶绿体在适当条件下可以发生水的光解(光反应)产生氧气、氢离子和电子。其中 Fe^{3+} 模拟了叶绿体中 NADP^+ 的功能,用于接受氢离子。

(2)紫硫细菌在同化 CO_2 的过程中还将 H_2S 氧化成了S,原核生物没有叶绿体,因此反应式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{光照}} (\text{CH}_2\text{O}) + \text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$ 或 $\text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{光照}} (\text{CH}_2\text{O}) + \text{S}$ 。

(3)暗反应发生的场所在叶绿体基质。在光期突然转变到暗期的短时间内,光反应产生的ATP和NADPH减少, C_3 还原减弱, C_5 的再生减弱,短时间内 CO_2 固定消耗 C_5 产生 C_3 的速率不变,故短时间内植物叶绿体基质中 C_3 增加, C_5 减少,因此 $\frac{\text{C}_3}{\text{C}_5}$ 的值会升高。

(4)分析题表数据,各组总光照时长相同,第1组实验期间的平均产氧速率最大,但第1组的实验时间是第2~8组的 $\frac{1}{2}$,2~8组的实验时间相同,其中第8组的产氧速率最大,因此实验期间氧气总产量最高的是第8组。暗反应消耗ATP和NADPH,产生ADP、Pi和 NADP^+ ,因此增加暗期可以促进ADP、Pi和 NADP^+ 的再生,从而影响光合作用速率。光强不足(或叶绿素含量低)时,光反应本身速度慢,产生的ATP和NADPH少,因此在光强不足(或叶绿素含量低)条件下,持续光照与间歇光照的效率将不会有明显差异。

8. (1) 吸收、传递、转化光能 A

(2) 高于 玉米的PEPC对 CO_2 的亲合力比水稻的Rubisco更高;玉米能通过PEPC生成 C_4 ,使维管束鞘细胞内的 CO_2 浓度高于外界环境,抑制玉米的光呼吸;高光照强度条件下玉米可以将光合产物及时转移

(3) 渗透压 3-磷酸甘油醛、葡萄糖 光呼吸消耗能量,有氧呼吸产生能量

【解析】(1)叶片中光合色素具有吸收、传递和转化光能的功能。光合色素分为类胡萝卜素和叶绿素,类胡萝卜素主要吸收蓝紫光,叶绿素主要吸收红光和蓝紫光,所以叶绿素含量的测定,应选择红光条件下进行。

(2)由题干信息可知,玉米的PEPC对 CO_2 的亲合力比水稻的Rubisco更高,故在干旱、高光照强度环境下,玉米能通过PEPC

生成 C_4 , 使维管束鞘细胞内的 CO_2 浓度高于外界环境, 进而抑制玉米的光呼吸; 高光照强度条件下玉米可以将光合产物及时转移, 所以玉米的光合作用强度高于水稻。

(3) 光合作用的产物主要以淀粉的形式储存在叶绿体中, 一般不以葡萄糖或蔗糖的形式储存, 一方面淀粉不易溶于水, 有利于维持叶绿体中渗透压的稳定; 另一方面, 减少了 3-磷酸甘油醛、葡萄糖等物质的积累, 避免对光合作用的抑制。从能量代谢的角度看, 光呼吸与有氧呼吸最大的区别在于光呼吸消耗能量, 而有氧呼吸产生能量。

专题上分六 影响光合作用强度的因素

1. C 【解析】据题干信息可知 a、b、c、d 组分别置于密闭装置中照光培养, a、b、c、d 组的光照强度依次增大, 则 a、b、c、d 组形成相互对照, 4 组均为实验组, A 错误; 实验过程中 a 组的 O_2 浓度与初始浓度相同, 说明植株的光合作用产生的 O_2 量与呼吸作用消耗的 O_2 量相等, 而不是没有进行光合作用, B 错误; 若延长光照时间, c、d 组氧气的浓度不再增加, 说明光照 t 时间后, c、d 组光合速率等于呼吸速率, 由于实验过程中温度保持恒定, 所以 a、b、c 三组的呼吸速率相等, 即 a、c 两组的光合速率相等且都等于呼吸速率, 而 b 组由于光照强度较弱, 消耗的 CO_2 较少, 光照 t 时间时光合速率仍然大于呼吸速率, 故光照 t 时间时, a、b、c 三组中光合速率最大的是 b 组, 光照 t 时间时 d 组的光合速率等于呼吸速率, 若此时将 d 组密闭装置打开, 会增加 CO_2 浓度, 以 d 组光照强度继续照光, 其幼苗光合速率会升高, C 正确, D 错误。

2. A 【解析】增大环境 CO_2 浓度时, 气孔开度降低, 可以减少水分散失, 有助于植物在干旱环境生存, 同时 Rubisco 活性上升, 有利于植物进行光合作用, A 正确; 将草莓从低浓度 CO_2 迁入高浓度 CO_2 环境中, 短时间内 CO_2 固定增强, 对 C_5 的消耗增强, C_5 减少, C_3 生成增多, C_3 还原消耗的 ATP 和 NADPH 增多, 其含量减少, B 错误; 35 °C 时光照下放氧速率最大, 即净光合速率最快, 最适宜草莓生长, 5 °C 时净光合速率为 0, 光合作用速率等于呼吸作用速率, C 错误; 40 °C 时, 气孔开放程度较低, 进入胞间的 CO_2 较少, 但由于净光合速率也较低, 被吸收进细胞的 CO_2 也较少, 35 °C 下, 气孔开放程度较高, 进入胞间的 CO_2 较多, 但此时净光合速率大, 被吸收进细胞的也更多, 所以两种温度下的胞间 CO_2 浓度无法比较, D 错误。

3. D

题图分析 分析题图可知, 在正常光照下, t_2 中叶绿体的相对受光面积低于 t_1 , 则二者光合作用速率相同时, t_2 所需的光照强度高于 t_1 ; 当呼吸作用释放 CO_2 速率等于光合作用吸收 CO_2 速率时, t_2 所需光照强度低于 t_1 。

【解析】在正常光照下, t_2 中叶绿体的相对受光面积低于 t_1 , 则二者光合作用速率相同时, t_2 所需的光照强度高于 t_1 , 因此当二者光合速率不再随光照强度增加时, t_2 所需光照强度高于 t_1 , 即 t_1 具有比 t_2 更低的光饱和点, A 错误; 在正常光照下, t_2 中叶绿体的相对受光面积低于 t_1 , 当呼吸作用释放 CO_2 速率等于光合作用

用吸收 CO_2 速率时, t_1 所需光照强度低于 t_2 , 即 t_1 比 t_2 具有更低的光补偿点, B 错误; 由题干信息可知, 三者的叶绿素含量及其他性状基本一致, 因此三者光合速率的高低与叶绿素含量无关, C 错误; 正常光照条件下, 三者的叶绿体在叶肉细胞中的分布及位置不同, 造成叶绿体相对受光面积不同, 从而影响光合速率, 三种植株的叶绿素含量及其他性状基本一致, 即三者的最大光合速率相等, 光照强度增加到各自的光饱和点的过程中三者光合速率的差异逐渐减小, D 正确。

4. C 【解析】由题图可知, 在不同 CO_2 浓度条件下, 光合作用的最适温度不相同, 并且在 $1\,000\ \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}\text{CO}_2$ 浓度条件下不能判断最适温度, A 错误。 $10\ ^\circ\text{C}$ 条件下, $1\,000\ \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CO_2 浓度条件下, 光合速率稍高于 $370\ \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}\text{CO}_2$ 浓度条件下, 且题图中只涉及这两种 CO_2 浓度, 不能得出光合作用强度随 CO_2 浓度的升高持续提高的结论, B 错误。 分析题图可知, 当 CO_2 浓度一定时, 在一定范围内光合速率会随着温度的升高而增大, 达到最适温度时, 光合速率达到最高值, 后随着温度的继续升高而减小, C 正确。 题图中只涉及两种 CO_2 浓度, 不能得出该植物进行光合作用的最适 CO_2 浓度, D 错误。

5. D 【解析】NaCl 溶液处理后, 海水稻根部细胞液浓度低于外界溶液浓度, 失水导致植株叶片气孔导度下降, CO_2 吸收量减少, 从而使光合速率下降, A 正确。 随着 NaCl 溶液浓度增大, 光合速率降低, 但呼吸速率不变, 故海水稻的光补偿点变大; 随着 NaCl 溶液浓度增大, 细胞失水导致植株气孔导度下降, CO_2 吸收量减少, 能利用的光照强度减弱, 光饱和点应变小, B 正确。 A、B、C 三组海水稻经 NaCl 溶液处理后, C 组光合速率最低, 固定 CO_2 消耗的 C_5 最少, 所以短时间内 C_5 含量最多的是 C 组, C 正确。 题图 2 中, 丙组光合速率在 NaCl 溶液处理前后一直不发生变化, 说明 $200\ \text{mmol/L}$ 的 NaCl 溶液引起 CO_2 吸收量减少不影响丙组的光合速率, 推测丙组水稻光合速率的限制因素是光照强度, 而非 CO_2 浓度, D 错误。

6. (1) 磷酸烯醇式丙酮酸 (PEP) 与 CO_2 叶肉细胞的细胞质基质

(2) 线粒体 CO_2

(3) 磷酸烯醇式丙酮酸 (PEP) 和 C_5

(4) ①选择生长状态良好且一致的两个该植物品种 SYN5 和 YN7 ②模拟热胁迫条件 ③测定叶片中叶绿素含量 随着热胁迫程度增加, 叶绿素含量逐渐下降; 随着热胁迫时间的延长, YN7 的叶绿素含量下降程度低于 SYN5

(5) YN7

【解析】(1) 由题图可知, PEPC (磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶) 可催化磷酸烯醇式丙酮酸 (PEP) 与 CO_2 生成草酰乙酸, 此过程发生在叶肉细胞的细胞质基质中。

(2) 苹果酸生成后进入维管束鞘细胞, 在维管束鞘细胞的线粒体中完成脱羧过程, 将 CO_2 由叶肉细胞转移至维管束鞘细胞。 因为苹果酸脱羧会释放 CO_2 , 从而实现 CO_2 从叶肉细胞到维管束鞘细胞的转移。

(3) 该植物等 C_4 植物叶片进行光合作用过程中, CO_2 的受体有磷酸烯醇式丙酮酸 (PEP) 和 C_5 。 在 C_4 途径中 PEP 是最初的

CO₂ 受体,在卡尔文循环(C₃ 途径)中 RuBP(C₅) 是 CO₂ 的受体。

(4)本实验的目的是探究不同程度热胁迫(HS)对该植物品种 SYN5 和 YN7 叶片叶绿素含量(Chl)的影响,以了解 HS 下叶片光合作用的生理机制,因此选择生长状态良好且一致的两个该植物品种 SYN5 和 YN7 各 80 株作为实验材料。模拟热胁迫条件,首先在授粉后的第 0 天(DAY0),将相同处理的植株分别移入不同温度的生长室培养,然后选择同一部位的健康叶片,分别采集 DAY5、DAY10、DAY15、DAY20、DAY25、DAY30 的叶片样品,立即放入标记好的样品袋中,接着测定叶片中叶绿素含量,提取叶绿素并测定吸光度,计算叶绿素含量,最后分析实验数据,对所有测定结果进行分析,绘图展示不同温度处理对叶绿素含量的影响并得出结论;从题图 2 中可以看出,随着热胁迫(HS)程度的增加(温度升高),叶片的叶绿素含量呈现下降趋势。不同品种(SYN5 和 YN7)在叶绿素含量下降幅度等方面存在差异,随着热胁迫时间的延长,YN7 的叶绿素含量下降程度低于 SYN5。

(5)在题图 3 中,随着 HS 程度的变化,不同品种该植物平均产量不同。要找在可能频繁出现极端高温地区(可以理解为重度 HS 条件下)产量更高的玉米品种,观察题图 3 中数据可以发现,在 T3(代表重度 HS 条件)时,YN7 的产量高于 SYN5,所以在可能频繁出现极端高温的种植区适合种植的该植物品种为 YN7。

专题上分七 细胞呼吸与光合作用的综合

- 1. C 【解析】**产生 CO₂ 的无氧呼吸途径不产生乳酸,A 错误。若在 10 min 给予植物适宜的光照,植物会进行光合作用吸收 CO₂,但随着光合作用的进行,容器内 CO₂ 浓度降低到一定程度后,光合作用强度等于呼吸作用强度,此时 CO₂ 含量维持相对稳定,即不会一直下降,B 错误。0~5 min,植物消耗的氧气的量等于产生的 CO₂ 的量,说明植物进行有氧呼吸,在有氧呼吸第三阶段,NADH 的消耗过程伴随着大量 ATP 的产生,C 正确。有氧呼吸的反应式可以简写为 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{酶}} 6CO_2 + 12H_2O + \text{能量}$;无氧呼吸产生 CO₂ 途径的反应式为 $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_2H_5OH + \text{少量 } 2CO_2 + \text{能量}$,15~20 min 装置中的蔬菜的 CO₂ 相对产生量最少,为 7.7-6.7=1,O₂ 的相对消耗量为 15.0-14.6=0.4,按照比例关系可求得,该时段葡萄糖的相对消耗量为 $0.4 \div 6 + (1-0.4) \div 2 \approx 0.37$;10~15 min 时,CO₂ 的相对产生量为 6.7-5.6=1.1,O₂ 的相对消耗量为 15.8-15.0=0.8,依据比例关系,可求得葡萄糖的相对消耗量为 $0.8 \div 6 + (1.1-0.8) \div 2 \approx 0.28$,故 15~20 min 时间段,植物参与呼吸作用的葡萄糖不是最少的,D 错误。
- 2. D 【解析】**本实验的因变量是光合作用强度,而实际光合速率=净光合速率(光照下氧气的释放量或二氧化碳的吸收量)+呼吸速率(黑暗条件下二氧化碳的释放量或氧气的吸收量),故同一波长下需要重复测定 O₂ 和 CO₂ 含量(初始含量和光照一定时间后的含量),A 错误;利用此装置在黑暗环境中测定二氧化碳的

释放量或氧气的吸收量,即可测定叶片的呼吸作用强度,B 错误;红光实验结束后除了需要调整光的波长,还需要检测或调整 O_2 和 CO_2 含量,方可进行紫光实验,C 错误;本实验目的是探究不同波长的光对光合强度的影响,实验的自变量是不同波长的光,桶中初始 O_2 和 CO_2 含量也会对实验结果造成影响,是需控制的无关变量,D 正确。

3. C 【解析】在光照时间相同的情况下,30℃时的总光合作用速率为 $3.50(\text{净光合作用速率})+3.00(\text{呼吸作用速率})=6.50(\text{mg/h})$,35℃时的总光合作用速率为 $3.00(\text{净光合作用速率})+3.50(\text{呼吸作用速率})=6.50(\text{mg/h})$,二者相同,A 正确;若每天交替进行 12 小时光照,12 小时黑暗,则幼苗积累有机物的量为 12 小时的净光合量-12 小时的呼吸量,分析题图甲,生长速率最大的是 20℃时,B 正确;该植物原重 $X\text{ kg}$,置于暗处 4 h 后重 $(X-1)\text{ kg}$,则呼吸速率为 $\frac{1}{4}\text{ kg/h}$,然后光照 4 h 后重 $(X+2)\text{ kg}$,则 4 h 内的净光合量为 3 kg,总光合量为 $(3+1)\text{ kg}$,故总光合速率为 1 kg/h ,C 错误;题图乙中有 $NaHCO_3$ 溶液作为 CO_2 缓冲液,因此红色液滴的移动方向与距离只与装置中的 O_2 含量变化有关,结合题图甲,光照下乙装置的植物在 25℃时净光合速率最快,因此液滴约在 25℃时单位时间内向右移动的距离最大,D 正确。

4. D 【解析】温度为 20℃时,光照下 CO_2 吸收速率为 $1.00\text{ mg}\cdot\text{h}^{-1}$,该值可表示净光合速率,真正光合速率大于呼吸速率,昼夜不停地光照,该植物能够正常生长,A 错误。光照下 CO_2 吸收速率代表净光合速率,黑暗中释放 CO_2 的速率代表呼吸速率;真正光合速率=净光合速率+呼吸速率,昼夜不停地光照,温度为 40℃时有机物积累最多,B 错误。每天交替进行 8 h 光照、16 h 黑暗,温度均保持在 25℃条件下,一昼夜后,该植物产生的 O_2 量为 $1.75\times 8-0.75\times 16=2(\text{mg})$,即在该条件下光照 8 h 积累的有机物在满足 16 小时黑暗条件下的呼吸作用后还有剩余,植物能正常生长,C 错误。每天交替进行 12 h 光照、12 h 黑暗,温度均保持在 35℃时,一昼夜后该植物产生的 O_2 量为 $12\times 3.25-12\times 1.5=21(\text{mg})$,故该植物可以正常生长,D 正确。

5. C 【解析】因为实验组的处理因素(自变量)是对一株棉花的部分叶片进行遮光处理,所以对照组不需要对叶片进行遮光处理,其他条件与实验组一致,A 不符合题意;遮光后的叶片不再进行光合作用,但仍会进行细胞呼吸,所以成为需要光合产物输入的器官,B 不符合题意;由于整个实验是在适宜且恒定的温度条件下进行的,说明实验组未遮光叶片的细胞呼吸速率与对照组是相等的,C 符合题意;测得实验组中未遮光叶片的光合产物含量明显低于对照组,表明实验组未遮光叶片合成的有机物可以及时运输到遮光叶片,使未遮光叶片光合产物输出量增加,光合速率上升,高于对照组,D 不符合题意。

6. C 【解析】实验开始时(第 0 天)需测量植株干重,此后每 15 天测量一次,第 5 次测量的时间为第 60 天,A 正确;蔗糖较稳定且溶解

度较高,光合产物常以蔗糖形式运输可能与蔗糖的稳定性有关,B 正确;一昼夜后,植株制造的有机物量大于植株呼吸消耗量幼苗才能生长,叶片制造的有机物量大于呼吸消耗量时,整个植株制造的有机物量未必大于呼吸消耗量,C 错误;由题干可知,本实验验证干旱胁迫对马尾松的生长有抑制作用,而 MDA 可反映组织过氧化损伤程度,推测干旱胁迫可导致叶片中 MDA 含量增加,D 正确。

7. (1) 细胞质基质 类囊体薄膜 作为活泼的还原剂,并为 C_3 的还原提供能量

(2) 暗 $NADP^+$ 电子(或 e^-)

(3) 丙酮酸脱氢酶复合物(PDC)、MDH 苹果酸 H^+ 和电子(e^-)

【解析】(1)丙酮酸在细胞质基质中产生。拟南芥的光合色素分布在叶绿体的类囊体薄膜上。光反应产生的 NADPH 在暗反应中可作为活泼的还原剂,并能为 C_3 的还原提供能量。

(2)光抑制的原因一般是在强光下,由于光合作用过程暗反应速率较慢,导致产生的 $NADP^+$ 和 ADP、Pi 不足,从而引起 H^+ 和电子的积累,在特定条件下后者与氧气反应,导致叶绿体产生大量的活性氧,这些活性氧攻击叶绿素和光反应中心,从而损伤光合结构。

(3)分析题图可知,细胞中催化 NADH 形成的酶有丙酮酸脱氢酶复合物(PDC)、MDH。若光照过强,叶绿体中多余的 NADH 可参与苹果酸脱氢酶催化草酰乙酸还原为苹果酸的过程,苹果酸随后进入线粒体基质并再次被 MDH 酶催化生成草酰乙酸和 NADH,从而实现 NADH 从叶绿体到线粒体的转运。NADH 在呼吸电子传递链中可以作为 H^+ 和电子的供体,与分子氧结合形成水。

素养上分

1. D 【解析】TP 输出叶绿体跨过的膜结构为叶绿体膜,光合色素位于类囊体薄膜上,A 错误; $H_2^{18}O$ 参与光合作用可以产生 $^{18}O_2$, TP(磷酸丙糖)中的氧来自 CO_2 ,B 错误;催化 PGA 和蔗糖合成的酶分别存在于叶绿体基质和细胞质基质中,C 错误;叶绿体中光反应合成 ATP 所需能量来源于光能,根瘤菌通过细胞呼吸合成 ATP,所需能量来源于有机物分解所释放的化学能,D 正确。

2. ABC

题图解读 据题图分析,想要获得 ATP,脂双层上需同时具备细菌紫膜质和 ATP 合成酶。 H^+ 从膜外运送到膜内,是从低浓度向高浓度运输,且在此过程中需要光提供能量,故其进入脂质体内部的方式属于主动运输,但从脂质体内部转移到外部没有消耗能量,是通过 ATP 合成酶以协助扩散的方式完成的。

【解析】从 ATP 合成酶的功能来看,一方面它作为酶催化 ATP 的形成,另一方面它作为转运蛋白转运 H^+ ,说明某些膜蛋白具有催化和控制物质出入细胞的功能,A 正确;据题图丙分析, H^+ 通过脂双层的跨膜运输,为 ATP 合成提供了能量,推动了 ATP 合成

酶的作用,促进 ATP 的合成,说明合成 ATP 的能量直接来自脂质体膜两侧的 H^+ 浓度差,B 正确;ATP 水解释放的能量部分转化成光能,荧光越强说明 ATP 含量越高,从而说明细菌数量越多,故荧光强度与细菌数量呈正相关,C 正确;放线菌属于原核生物,其细胞内只有无膜结构的核糖体,D 错误。

3. (1) 氧气 向右 黑暗 左

(2) a、b、d 能量及载体蛋白数量

(3) 主动运输 光反应 细胞质基质

(4) ①制备酶粗提液 ②上清液 ③高于

题图解读

分析题图,在适宜光照强度下,若题图甲中装置有色液滴向右移动,说明此时轮叶黑藻的光合作用大于呼吸作用,释放氧气增多,导致瓶内压强增大,有色液滴向右移动。题图乙中,结构 a 能吸收光能,将①②转变成葡萄糖,可推知结构 a 是叶绿体,物质①是水分子,②是 CO_2 ;同时可以推知结构 c 具有调节渗透压的功能,是液泡; K^+ 在⑤的协助下进入细胞,可推知⑤是 ATP;葡萄糖经一系列变化生成④并进入结构 b 与①③反应生成①②,可推知结构 b 是线粒体,③是氧气,④是丙酮酸。葡萄糖转化为丙酮酸的过程在 d 中发生,则 d 应为细胞质基质。

【解析】(1) 题图甲中 CO_2 缓冲液的作用是维持瓶内二氧化碳浓度相对稳定,有色液滴的移动是由装置中氧气的变化量引起的,氧气增加量表示净光合速率的大小;只要有光照,黑藻就会进行光合作用,会对呼吸速率的测定产生影响,若要测轮叶黑藻有氧呼吸速率的大小,则应将题图甲装置的广口瓶进行黑暗(或遮光)处理,呼吸作用消耗氧气,则有色液滴左移。

(2) 题图乙中的⑤代表 ATP,在题图乙所给的结构中,能够产生 ATP 的结构有 a 叶绿体、b 线粒体、d 细胞质基质, K^+ 从细胞外进入细胞需要消耗能量,其运输方式属于主动运输,故其跨膜运输速率受能量及载体蛋白数量的限制。

(3) 根据题图丙可知, H^+ 转运需要相应转运蛋白参与并消耗 ATP,所以是主动运输。过程 2 消耗的 NADPH 主要来源于结构 A,即叶绿体类囊体薄膜上进行的光反应过程;丙酮酸产生的场所除了题图丙所示以外还可能有细胞质基质,该处通过有氧呼吸的第一阶段产生丙酮酸。

(4) 根据实验目的“证明低浓度 CO_2 能诱导轮叶黑藻光合途径的转变”,确定实验自变量是培养轮叶黑藻的 CO_2 浓度,因变量为净光合速率,因此设置的对照实验为将 20 只生态缸随机均分为两组;一组密闭,另一组通入适量 CO_2 ,温度和光照等为本实验的无关变量,为排除无关变量的影响,两组生态缸均置于适宜温度和光照等条件下培养 14 d;制备酶粗提液步骤中,叶片研磨并离心后,酶存在于上清液中,因此应该取上清液。根据题干信息“水中 CO_2 浓度降低能诱导轮叶黑藻光合途径由 C_3 途径向 C_4 途径转变”可知,预期实验结果是实验组黑藻因低浓度 CO_2 诱

导, PEPC 活性和净光合速率明显高于对照组。

第 5 章 全章上分

- 1. D 【解析】**烟草可以进行光合作用和呼吸作用,因此荧光烟草体内 ADP 转化成 ATP 所需要的能量可以来自细胞呼吸和光合作用,A 错误;ATP 中有两个特殊化学键,ATP 转化成 ADP 时,ATP 分子中远离 A 的那个特殊化学键断裂,B 错误;ATP 在生物体内含量很少,但 ATP 和 ADP 之间转化很快,C 错误;ATP 是荧光烟草细胞中的直接能源物质,为荧光素氧化提供能量,D 正确。
- 2. B 【解析】**突然中断 CO_2 供应,使暗反应中二氧化碳固定过程减弱,而三碳化合物还原仍在进行,因此导致 C_3 减少, C_5 增多,即会暂时引起叶绿体基质中 C_5 与 C_3 的比值增加,A 错误;突然中断 CO_2 供应使 C_3 生成减少,因此 C_3 还原利用的 ATP 减少,导致 ATP 积累增多,ADP 生成量减少,因此会暂时引起叶绿体基质中 ATP 与 ADP 的比值增加,B 正确;由于光合色素主要吸收红光和蓝紫光,对绿光吸收最少,突然将红光改变为绿光,会导致光反应产生的 ATP 和 NADPH 减少,这将使暗反应中 C_3 的还原过程减弱,导致 C_5 生成减少, C_3 积累增多,因此会暂时引起叶绿体基质中 C_3 与 C_5 的比值增大,C 错误;突然将绿光改变为红光会导致光反应吸收的光能增加,光反应产生的 ATP 和 NADPH 增加,而 ADP 相对含量减少,因此暂时引起叶绿体基质中 ATP 与 ADP 的比值增加,D 错误。
- 3. C 【解析】**分析题图可知,模块 1 吸收光能转化为电能,模块 2 进行水的电解相当于水的光解过程,故该系统中执行相当于叶绿体中光反应功能的模块是模块 1 和模块 2,A 正确;结合暗反应过程分析可知,模块 3 中的甲是 C_5 ,乙是 C_3 ,B 正确;在与植物的光合作用固定的 CO_2 量相等的情况下,该系统糖类的积累量应大于植物的,因为植物在进行光合作用产生糖类同时还进行呼吸作用消耗糖类,C 错误;若气泵停转较长时间,则暗反应过程受阻,进而导致模块 2 中的能量转换效率也会发生改变,D 正确。
- 4. B 【解析】** CO_2 与 C_5 结合后能被 RuBP 羧化酶催化,而且 CO_2 可与 Rubisco 的活性中心结合,使其与 Mg^{2+} 结合而被活化,故 CO_2 既是 Rubisco 的底物,又是活性调节物,低浓度 CO_2 会使二氧化碳固定速率减慢,消耗的 C_5 减少,而 C_3 还原生成 C_5 的速率不变,故 C_5 含量会增多,A 错误;增强光照时,叶绿体基质中的 H^+ 和 Mg^{2+} 浓度升高,使 Rubisco 的活性增强,进而对 CO_2 与 C_5 结合的催化效率更高,生成 C_6 化合物的速度更快,即 C_3 合成速率加快,B 正确;激活的 Rubisco 催化合成不稳定 C_6 的过程不需光反应提供 ATP 和 NADPH,NADPH、ATP 用于暗反应中 C_3 的还原过程,C 错误;对正常进行光合作用的植物停止光照后,光反应停止,无 NADPH、ATP 生成,暗反应速率降低, C_3 的消耗速率将会降低,短时间内生成速率不变,延长停止光照时间, C_3 的合成速率逐渐减小,D 错误。
- 5. D 【解析】**幽门螺杆菌是单细胞生物,它既是细胞层次也是个体层次,A 错误;感染者吹出气体中的 CO_2 ,还包括幽门螺杆菌分泌脲酶水解尿素后形成的,不全是感染者细胞呼吸产生的,B 错

- 误;幽门螺杆菌为原核生物,没有线粒体等细胞器,只有核糖体, C 错误;抗生素可以抑制幽门螺杆菌的生命活动,因此服用抗生素期间进行呼气试验会影响 Hp 检测结果, D 正确。
- 6. C 【解析】**方法 1(液氮法)提取率高,说明叶绿素释放彻底,且被破坏较少,与细胞破碎充分,操作时间短有关, A 正确;方法 2(研磨法)提取率低,与研磨不彻底和用尼龙布过滤时会损失一定量的色素有关, B 正确;方法 3 中延长提取时间可以充分提取色素,而光照强度不影响色素的提取, C 错误;叶绿素易溶于有机溶剂,无水乙醇和丙酮都是有机溶剂,即三种方法都可用无水乙醇和丙酮的混合溶液溶解、提取色素, D 正确。
- 7. B 【解析】**距离 s 由 0 变为 a 的过程中,气体释放速率不变,即光合速率不变,故此过程中光照强度不是限制光合作用速率的因素, A 错误;距离从 a 到 d 整个实验过程中,光照强度逐渐减弱,光合作用逐渐减弱,氧气的生成量逐渐减少, B 正确;距离为 c 时气体的释放量为 0,此时植株的净光合速率为 0,但植物不是所有细胞都能进行光合作用,即叶肉细胞的光合速率大于其呼吸速率, C 错误;由于实验过程中温度始终不变,呼吸速率始终不变,随着 s 的增大,光照强度逐渐减小,光合作用逐渐减弱, D 错误。
- 8. B 【解析】**酶促反应的速率可由单位时间产物的生成量或底物的消耗量来体现, A 正确;加入白芸豆提取物后,酶促反应速率下降,说明白芸豆提取物对 α -淀粉酶酶促反应有抑制作用, B 错误;白芸豆提取物保温后恢复至适宜温度再进行实验可排除温度对 α -淀粉酶活性的影响, C 正确;由题图乙可知, 90°C 处理后的白芸豆提取物对 α -淀粉酶催化淀粉分解的反应无影响,因此食用开水煮熟后的白芸豆对人体吸收糖类影响较小, D 正确。
- 9. C 【解析】**群体对光能的利用更充分,光饱和点较单个叶片更大,所以光极限范围会更大, A 正确; CO_2 极限时,曲线趋于水平,此时光照强度不再是限制光合速率的因素,光合速率可能是受其他外界因素限制,如温度和 CO_2 浓度, B 正确;在光合作用最适温度条件下适当升温,光合速率下降,呼吸速率可能增大,导致光补偿点右移, C 错误;实际生产中,施肥过多会影响植物吸水,施肥不足可能影响叶绿素和相关酶的合成,故施肥过多或过少都可能影响到光合作用速率, D 正确。
- 10. AB 【解析】**恶性肿瘤内部细胞由于营养缺乏发生线粒体融合,融合后的线粒体嵴的密度比外层癌细胞显著增加,即线粒体内膜面积较大, A 正确;肿瘤内部细胞的线粒体融合,且内膜呼吸链复合体活性增加,二者均会导致细胞耗氧速率加快, B 正确;肿瘤内部细胞由于线粒体融合和能量需求增加,其葡萄糖分解速率可能会加快, C 错误;据题干信息可知,线粒体融合会加快有氧呼吸,产生更多的能量,有利于癌细胞的生长和繁殖,故不能用于癌症治疗, D 错误。
- 11. BCD 【解析】**分析题图可知,由于叶片在夜晚和白天都进行 R 过程,故 R 代表呼吸作用, PR 是叶片在白天有光照条件下吸收 O_2 和放出 CO_2 的过程,因此是光呼吸, A 错误;由题干可知光呼吸虽然消耗部分有机物,但可以消耗多余光能,对光合器官起保护作用,从一定程度上能避免光抑制的发生, B 正确;光能超过光合系统所能利用的能量时,光合器官可能遭到破坏,植物本身

的调节如叶片调节角度回避强光、叶绿体避光运动等都可以避免强光直射造成光合结构破坏,可以减弱光抑制现象,C 正确;白天光呼吸和夜间呼吸作用均会消耗光合作用的有机物,适当抑制两种生理过程可以增多有机物的积累,增加农作物产量,D 正确。

12. (1) 蛋白质 基本不变

(2) 抑制 葡萄糖

(3) 几丁质浓度和是否添加果糖 温度、溶液体积、pH 等 不添加 减弱

(4) BD

【解析】(1) 绝大多数酶的化学本质是蛋白质,少数是 RNA,所以 NAGase 的成分最可能是蛋白质。温度为 90 ℃ 时,NAGase 已经变性失活,因此从 90 ℃ 降到最适温度过程中,它的活性基本不变。

(2) 由题图可知,NAGase 的酶活力随蔗糖、半乳糖和葡萄糖浓度的增加均会减小,因此这三种糖对 NAGase 的催化活力均有抑制作用;其中随葡萄糖浓度增加,NAGase 的酶活力下降更显著,因此对于 NAGase 的催化活力抑制作用最强的是葡萄糖。

(3) 实验思路是加入定量的果糖后持续增加底物浓度,检测反应速率是否能恢复到未加果糖时的反应速率,自变量是底物浓度(几丁质浓度)和是否添加果糖。温度、溶液体积、pH 等并非本实验研究的变量,属于无关变量。依题意,果糖可抑制 NAGase 的催化活力,添加果糖的一组反应速率应较慢。曲线 a 的反应速率较快,是没添加果糖的反应曲线,曲线 b 反应速率较慢,是添加果糖的反应曲线。曲线 b 表示加入果糖时酶促反应速率随底物浓度变化,实验结果说明随几丁质浓度的增加,反应速率能够上升至与未添加果糖时相近,即随几丁质浓度的增加,果糖对酶催化活力的抑制在减弱。

(4) 题图 2 中曲线 b 是表示加入竞争性抑制剂果糖时酶促反应速率随底物浓度变化的曲线。根据题意,果糖与几丁质可竞争结合酶的活性部位,并表现为可逆,但该竞争结合不改变酶的空间结构,因此曲线 b 出现的原因是实验初期,果糖结合在酶的活性部位,虽未改变酶的结构,但酶与底物的结合机会降低,使酶催化几丁质水解的速率降低,随着几丁质的浓度上升,几丁质分子数增多,酶和底物的结合机会升高,酶催化反应速率又升高。B、D 正确,A、C 错误。

13. (1) ①细胞呼吸 暗 ②NADPH 和 ATP 中的化学能→糖类等有机物中的化学能

(2) ①0~0.5 min 之间,光反应速率下降,热能散失比例上升

②暗反应未被激活,光反应产生的 NADPH 和 ATP 积累导致光反应被抑制

(3) 0~0.5 min (暗反应未启动时),吸收的光能转化为 ATP 和 NADPH 中的化学能后未被利用,大部分以热能形式散失,可保护光合色素、相关蛋白和叶绿体结构等免受(光)损伤;0.5~2 min (暗反应启动后),以热能形式散失的能量所占比例减少,吸收的光能可有效转化为化学能

【解析】(1) ①植物进行光合作用需要消耗二氧化碳,分析题图 1

可知,未开始光照时, CO_2 吸收速率低于 0,这是植物细胞进行细胞呼吸释放二氧化碳的结果;二氧化碳参与光合作用暗反应过程,据题图所示,0.5 min 后暗反应过程才被激活,二氧化碳吸收速率升高。②光照后,绿色植物光合作用中的能量变化为光能 \rightarrow NADPH 和 ATP 中的化学能(光反应过程) \rightarrow 糖类有机物中的化学能(暗反应过程)。

(2)①分析题图 2 可知,两条曲线变化趋势的差异为 0~0.5 min 之间,光反应速率下降,热能散失比例上升;0.5~2 min 之间,与之前的变化相反。②光反应可为暗反应提供 ATP 和 NADPH,据题图 1 可知,正常情况下 0.5 min 后暗反应被激活,二氧化碳吸收增多,而题图 2 中 0~0.5 min 之间,光反应速率降低,原因是暗反应未被激活,光反应产生的 NADPH 和 ATP 积累导致光反应被抑制。

(3)0~0.5 min(暗反应未启动时),吸收的光能转化为 ATP 和 NADPH 中的化学能后未被利用,大部分以热能形式散失,可保护光合色素、相关蛋白和叶绿体结构等免受(光)损伤;0.5~2 min(暗反应启动后),以热能形式散失的能量所占比例减少,吸收的光能可有效转化为化学能。

真题上分

- 1. D 【解析】**由题意可知,在 D-甘露糖作用下,玉米细胞的线粒体结构受损,而线粒体是细胞进行有氧呼吸的主要场所,是玉米细胞内合成 ATP 的场所之一,A 正确;细胞骨架能维持细胞形态、锚定细胞器和保持细胞内部结构有序性,结合题干“在 D-甘露糖作用下……可以切割细胞骨架蛋白”推测,D-甘露糖会使细胞骨架受损,从而改变玉米细胞内各种具膜细胞器的分布,B 正确;由题干“在 D-甘露糖作用下……DNA 内切酶的抑制蛋白失活”可知,D-甘露糖会导致 DNA 内切酶的活性不再被抑制,DNA 内切酶会导致玉米细胞内的 DNA 被酶切成片段,C 正确;酶的作用具有专一性,D-甘露糖作用后,被激活的蛋白酶家族各个成员所催化的反应底物不一定相同,D 错误。

2. B

题表解读

步骤④将 2 支试管置 30℃ 水浴 1 小时,目的是使酶在适宜的温度下催化苯丙氨酸生成桂皮酸,试管 1 中苯丙氨酸会消耗,试管 2 中苯丙氨酸不会被消耗

试管 1 为实验组,试管 2 中加入盐酸会使酶的空间结构改变,使 PAL 失活而作为对照组

步骤	处理	试管 1	试管 2
①	苯丙氨酸	1.0 mL	1.0 mL
②	HCl 溶液(6 mol/L)	—	0.2 mL
③	PAL 酶液	1.0 mL	1.0 mL
④	试管 1 加 0.2 mL H_2O 。2 支试管置 30℃ 水浴 1 小时		
⑤	HCl 溶液(6 mol/L)	0.2 mL	—
⑥	试管 2 加 0.2 mL H_2O 。测定 2 支试管中的产物量		

步骤⑤是终止酶促反应。步骤⑥测定 2 支试管中的产物量,进一步计算出 PAL 的活性

【解析】高温、pH 过高或过低都会使酶变性失活,因此本实验采用低温提取以避免 PAL 失活,A 正确;测定酶活性要保证底物的量足够,因此 30℃ 水浴 1 小时不会使苯丙氨酸完全消耗,B 错误;作为对照实验,两支试管反应体系的体积要相等,故④加

0.2 mL H_2O 补齐了步骤②试管 1 没有加入的液体的体积,保证无关变量相同,C 正确;6 mol/L 的 HCl 可以让酶变性失活,因此⑤加入 HCl 溶液是为了终止酶促反应,D 正确。

3. D 【解析】有氧呼吸的主要场所为线粒体,故碎片化的线粒体无法正常进行有氧呼吸,A 正确;线粒体数量减少使 Δsq 的有氧呼吸减弱,B 正确;有氧条件下,WT 的有氧呼吸比 Δsq 的强,能产生更多的能量,故 WT 比 Δsq 的生长速度快,C 正确;无氧呼吸的场所为细胞质基质,线粒体是否出现碎片化不影响无氧呼吸,所以无氧条件下,WT 和 Δsq 只进行无氧呼吸产生 ATP,两者产生 ATP 的量相同,D 错误。

4. B 【解析】吸收水分不需要能量,故根系呼吸产生的能量减少不会使水分吸收所需的能量不足,B 错误。

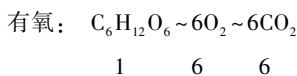
5. (1) 细胞在氧的参与下,通过多种酶的催化作用,将葡萄糖等有机物彻底氧化分解,产生二氧化碳和水,释放能量并生成大量 ATP 乙

(2) 氧气浓度 3

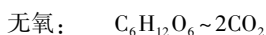
(3) 0~3 d 无氧呼吸积累的乙醇量较少,对细胞毒害较小;无氧呼吸产生的能量维持了植株基本的生命活动;有氧呼吸酶活性并未完全丧失(合理即可)

【深度解析】(1) 题目要求从物质和能量的角度分析有氧呼吸的特点,则根据有氧呼吸的定义即可作答。有氧呼吸是指细胞在氧的参与下,通过多种酶的催化作用,将葡萄糖等有机物彻底氧化分解,产生二氧化碳和水,释放能量并生成大量 ATP 的过程。旱粮地低洼处易积水,土壤和水中含氧量较低,一定时间内有氧呼吸减弱,无氧呼吸增强,由图可知,水淹 0~3 d 酶甲活性逐渐上升,酶乙活性逐渐下降,故推测参与有氧呼吸的酶是乙。

(2) 在水淹 0~3 d 阶段,影响呼吸作用强度的主要环境因素是氧气浓度。呼吸作用强度可用单位时间内底物的消耗量来表示,作物根的 CO_2 释放量为 $0.4 \mu mol \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$, O_2 吸收量为 $0.2 \mu mol \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$,根据有氧呼吸和无氧呼吸的关系式可计算出无氧呼吸强度是有氧呼吸强度的 3 倍,计算过程如下:



$$\begin{array}{ccc} 1 & 6 & 6 \\ \frac{0.2}{6} & 0.2 & 0.2 \end{array}$$



$$\begin{array}{ccc} 1 & 2 \\ 0.1 & 0.2 \end{array}$$

$$0.1 \div \frac{0.2}{6} = 3$$

(3) 无氧呼吸产生的酒精积累会对根细胞造成毒害,使根系腐烂变黑。由于在水淹 0~3 d 阶段,无氧呼吸积累的乙醇量较少,对细胞毒害较小;无氧呼吸产生的能量维持了植株基本的生命活动;有氧呼吸酶活性并未完全丧失等,故若水淹 3 d 后排水,植株长势可在一定程度上得到恢复。

6. B 【解析】黑暗中 A 组的大豆叶片气孔处于关闭状态,B 组经壳梭孢素处理叶片气孔充分开放,故 0 min 时,A 组胞间 CO_2 浓度

高于 B 组细胞间 CO_2 浓度, A 错误; 30 min 时, B 组光合速率大于 A 组, 即 B 组光反应和暗反应均大于 A 组, 因此 B 组叶绿体中 C_3 生成和还原速率均大于 A 组, B 正确; 30 min 后, A 组光合速率不再随着光照时间延长而增加, 因此 30 min 时, 限制 A 组光合速率的主要因素不是光照时间, C 错误; 光诱导期是指叶片从黑暗中转移到光照下, 其光合速率要先经过一个增高过程, 然后达到稳定的高水平状态, 分析题图可知, 与 A 组叶片(约 23 min)相比, B 组叶片光合作用的光诱导期(约 10 min)更短, D 错误。

7. D 【解析】叶绿素主要吸收蓝紫光 and 红光, 类胡萝卜素主要吸收蓝紫光, 使用蓝紫光测定的是光合色素的总含量, 测定叶绿素的含量时可使用红光波段, D 错误。

8. C

题表解读

比较组别①②③, 第①组首次开花时间最早且鲜花累计平均产量最低, 说明第①组处理有利于诱导植物甲提前开花, 但其产量最低, A 错误

组别	光照处理	首次开花时间	茎粗 (mm)	花的叶黄素含量 (g/kg)	鲜花累计平均产量 (kg/hm ²)
①	光照 8 h/ 黑暗 16 h	7 月 4 日	9.5	2.3	13 000
②	光照 12 h/ 黑暗 12 h	7 月 18 日	10.6	4.4	21 800
③	光照 16 h/ 黑暗 8 h	7 月 26 日	11.5	2.4	22 500

根据题意, 植物甲花的品质与叶黄素含量呈正相关; 比较组别①②③, 随着黑暗时长的减少, 花的叶黄素含量先增大后减小, 说明植物甲花的品质与光照处理中的黑暗时长不呈负相关, B 错误

比较组别①②③, 第②组花的叶黄素含量最高, 鲜花累计平均产量也较高, 因此综合考虑花的产量和品质, 应该选择第②组处理, C 正确; 第②组花的叶黄素含量最高, 但其鲜花累计平均产量并不是最高, 说明植物甲花的叶黄素含量与花的产量不呈正相关, D 错误

9. (1) 细胞质基质(或细胞质)

- (2) 抑制剂 第 10 分钟之前的光反应 细胞呼吸(或呼吸作用)
暗反应(或碳固定, 或 C_3 还原, 或碳反应)

(3) ①③⑤

【解析】(1) 蓝细菌为原核生物, 题图 1 为蓝细菌的光合作用暗反应过程, 该过程的反应场所为细胞质基质。

(2) 光暗循环条件下, 将蓝细菌的野生型和 xpk 基因敲除株 (Δxpk) 分别用含 $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ 的培养基培养, 测定其碳固定率和胞内 ATP 浓度, 结果如题图 2。在第 10~11 分钟, 野生型菌细胞中 ATP 含量下降, 此时 XPK 被激活, 将暗反应的中间产物 6-磷酸果糖等转化为其他物质, 导致暗反应快速终止。推测 ATP 是 XPK 的抑制剂。在同一时期, Δxpk 会继续进行暗反应, 此时消

耗的 ATP 和 NADPH 来源于第 10 分钟之前的光反应。在第 11~13 分钟, Δxpk 碳固定率继续升高, 此时处于黑暗条件, 因而推测, 此时碳固定速率上升消耗的 ATP 来自细胞呼吸, 导致 Δxpk 的生长速率比野生型更慢。

(3) 蓝细菌在高密度培养时, 由于互相遮挡, 菌体环境也会出现光线强弱变化。为验证蓝细菌是否采用上述机制进行调节, 则实验过程中首先需要创造高密度蓝细菌, 而后需要持续光照, 同时需要在培养基中加入 $NaH^{14}CO_3$, 因此, 实验中可使用野生型和 Δxpk , 在①高浓度蓝细菌、③持续光照、⑤培养基中加入 $NaH^{14}CO_3$ 条件组合进行实验, 定时测定 ^{14}C 固定率和胞内 ATP 浓度, 进而得出相应的结论。

10. (1) ①500 光合作用受到抑制, 消耗的二氧化碳减少, 且气孔导度增加 ②黄连在弱光下随光强增加净光合速率快速增大, 生长快速达到最大, 光照过强其净光合速率下降, 生长减慢 叶片较薄, 叶绿素较多 (或叶色深绿, 叶绿体颗粒较大, 叶绿体类囊体膜面积更大)

(2) ①②③⑤

(3) 合理施肥增加光合面积, 补充二氧化碳提高暗反应

【深度解析】(1) ①由题意可知, 光饱和是指光合速率不再随光强增加而增加, 光饱和点是指光合速率不再随光强增加而增加时的最低光照强度。分析图 1 的净光合速率曲线, 当光照强度达到约 $500 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 时光合速率不再增加。分析图 1 可知, 当光强大于 $1300 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 后, 净光合速率下降, 固定的 CO_2 减少, 且气孔导度增加, 植物从外界吸收的 CO_2 增多, 导致胞间 CO_2 浓度增加。

②由图 1 净光合速率曲线可知, 光强对黄连生长的影响主要表现为在弱光下随光强增加, 其净光合速率快速增大, 生长快速达到最大, 光照过强时其净光合速率下降, 生长减慢。植物可通过增加受光面积或增加光合色素的含量来增加光合速率以适应弱光环境, 所以黄连叶片适应弱光的特征有叶片较薄, 叶绿素较多 (或叶色深绿, 叶绿体颗粒较大, 叶绿体类囊体膜面积更大)。

(2) 分析图 2 可知, 为减轻光抑制, 黄连通过调节光能在叶片上各去向的比例, 其中热耗散占比最大, 所以黄连为减轻光抑制, 提升修复能力等防御机制, 具体可包括①②③⑤。而④提高叶绿素含量会进一步增加对光能的吸收, 不能减轻光抑制。

(3) 为增强黄连光合作用以提高产量的措施包括合理施肥增加光合面积、补充 CO_2 提高暗反应、合理密植等。

11. (1) CO_2 的固定

(2) 细胞质基质 线粒体基质

(3) 光呼吸 细胞呼吸 与 WT 相比, 随着光照的增强, 改变光呼吸的转基因株系 1 和 2 的光呼吸增长较慢, 从而使其净光合速率增长较快 不能 总光合速率 = 净光合速率 + 细胞呼吸速率 + 光呼吸速率, 由题图 3 中的数据无法获得株系 1 的细胞呼吸速率和光呼吸速率, 因此不能计算出株系 1 的总光合速率

(4) 相同光照强度或 CO_2 浓度下, 株系 1 的净光合速率比株系 2

和 WT 的更高

【深度解析】(1)题图 1 中反应①是 CO_2 和 C_5 在酶的作用下形成 C_3 , 此反应是发生在叶绿体基质中的 CO_2 的固定过程。

(2)以葡萄糖为反应物的有氧呼吸会在第一阶段产生少量的 NADH, 第二阶段产生大量的 NADH, 有氧呼吸第一阶段的场所是细胞质基质, 第二阶段的场所是线粒体基质。

(3)题图 2 中植物光合作用 CO_2 的来源除了有外界环境外, 还可来自细胞呼吸和光呼吸; 7—10 时株系 1 和 2 与 WT 净光合速率逐渐产生差异, 原因是与 WT 相比, 随着光照的增强, 改变光呼吸的转基因株系 1 和 2 的光呼吸增长较慢, 从而使其净光合速率增长较快; 总光合速率 = 净光合速率 + 细胞呼吸速率 + 光呼吸速率, 由题图 3 中的数据无法获得株系 1 的细胞呼吸速率和光呼吸速率, 因此不能计算出株系 1 的总光合速率。

(4)据题图 2 和题图 3 可知, 相同光照强度或 CO_2 浓度下, 株系 1 的净光合速率比株系 2 和 WT 的更高, 因此其积累的有机物更多, 产量可能更具优势。

题后拓展 光呼吸

(1)发生场所: 叶绿体、过氧化物酶体、线粒体。

(2)危害: ①在较强光下, 光呼吸加强, 使得 C_5 氧化分解加强, 一部分碳以 CO_2 的形式散失, 从而减少了光合产物的形成和积累。②光呼吸过程中消耗了 ATP 和 NADPH, 即造成了能量的损耗。

(3)意义: 防止强光对叶绿体的破坏: 强光时, 光反应速率大于暗反应速率, 叶肉细胞中会积累 ATP 和 NADPH, 从而产生自由基, 自由基会损伤叶绿体; 强光下, 光呼吸加强, 会消耗光反应过程中积累的 ATP 和 NADPH, 从而减轻对叶绿体的伤害。