

第3章 细胞的代谢

第1节 细胞的物质输入和输出

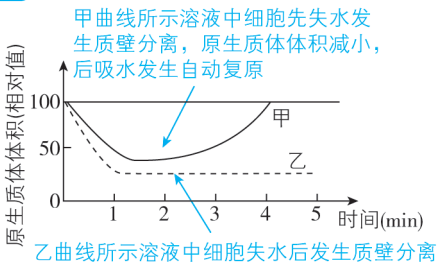
刷基础

1. B 考查点 ▶ 细胞的吸水和失水

【解析】根尖分生区细胞没有中央大液泡，因此洋葱根尖分生区细胞一般不能发生质壁分离，A 错误；黑藻成熟叶片的叶肉细胞中，液泡呈无色，叶绿体的存在使原生质层呈绿色，有利于实验现象的观察，B 正确；细胞在失水的过程中，细胞液的浓度逐渐增大，细胞的吸水能力逐渐增强，C 错误；黑藻的成熟叶肉细胞发生质壁分离的过程中，水分子通过细胞膜是双向的，由于外界溶液浓度大，出细胞的水分子比进细胞的水分子多，D 错误。

2. C 考查点 ▶ 质壁分离与复原

题图解读



【解析】甲曲线表现的原生质体体积的变化为先变小而后变大，说明细胞失水后又吸水，即该细胞发生了质壁分离和质壁分离的自动复原，对应的溶液为 0.3 g/mL 的乙二醇溶液，A 错误；甲曲线在 $0 \sim 1 \text{ min}$ 时间段，原生质体的体积变小，说明此时更多水分从细胞中渗出，导致细胞液浓度变大，B 错误；乙曲线 1 min 后，原生质体体积明显变小，说明此时发生了质壁分离，在该植物细胞的细胞壁与原生质层之间充满了蔗糖溶液，C 正确；并不是该植物的所有活细胞均可发生质壁分离，有些不含中央大液泡的细胞不能发生质壁分离，D 错误。

3. ACD 考查点 ▶ 影响物质跨膜运输速率的因素

题图解读

题图甲中小肠上皮细胞膜上转运葡萄糖的转运蛋白有 GLUT、 Na^+ 驱动的葡萄糖同向转运载体，其中 GLUT 顺浓度梯度将葡萄糖运出细胞，属于协助扩散， Na^+ 驱动的葡萄糖同向转运载体逆浓度梯度将葡萄糖运进小肠上皮细胞，由 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ATP 酶消耗 ATP 造成膜内外 Na^+ 浓度差提供动力，故 Na^+ 驱动的葡萄糖同向转运载体运输葡萄糖属于主动运输；题图乙中 GLUT 介导的细胞对葡萄糖的摄取速率比自由扩散高，GLUT 介导的原核生物细胞对葡萄糖的摄取速率比 GLUT 介导的肝细胞高。

【解析】由题图解读可知，小肠上皮细胞通过 GLUT 顺浓度梯度将葡萄糖运出细胞，属于协助扩散，A 正确；葡萄糖从小肠吸收至血浆，首先需要 Na^+ 驱动的葡萄糖同向转运载体将葡萄糖运入小肠上皮细胞，此过程由 Na^+ 浓度差提供动力，因此需要在 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ATP 酶的作用下造成膜内外的 Na^+ 浓度差，之后葡萄糖在 GLUT 的作用下运出细胞，B 错误；题图乙中 B 点与 A 点相比，B 点之后随着葡萄糖的浓度增大，葡萄糖转运速率不再增加，故限制 B 点葡萄糖转运速率的主要因素是 GLUT 的数量，C 正确；由题图乙可知，相同葡萄糖浓度下，真核细胞对葡萄糖的摄取速率比原核细胞慢，可能是由于原核细胞体积一般小于真核细胞体积，原核细胞的

相对表面积更大,更有利于细胞与外界进行物质交换,D 正确。

4. D 考查点 ▶ 胞吞作用

【解析】据题图可知,胞吞作用体现了细胞膜具有一定的流动性,A 正确;据题图可知,胞吞作用过程中,细胞膜向内凹陷形成囊泡,囊泡脱落形成网格蛋白有被小泡,会使细胞膜的表面积减小,B 正确;胞内体将 LDL 转运至溶酶体,溶酶体中的水解酶可水解 LDL 并释放胆固醇供细胞利用,C 正确;LDL 受体介导的胞吞作用是由其与 LDL 特异性结合引发的,因此细胞对 LDL 的胞吞作用具有专一性,D 错误。

易错警示

(1)胞吞和胞吐是一些不能通过转运蛋白进行跨膜运输的大分子物质进出细胞的方式,常见的大分子物质有多糖(如淀粉、纤维素、糖原)、蛋白质、核酸等。

(2)胞吞进入细胞的物质可以被利用,若不被利用,则可通过胞吐再将其排出细胞,二者既有利于防止疾病的发生,又有利于维持细胞内部环境的稳定。

(3)胞吐排出的物质不一定是大分子,如神经递质多为小分子物质,一般以胞吐的方式由突触前膜大量释放,促进或抑制兴奋。但神经递质的释放方式不一定是胞吐,如神经递质 NO 的释放方式是自由扩散。

刷 提分

1. A 考查点 ▶ 蔗糖分子运输

题图解读

题图中 H^+ 运出筛管细胞消耗 ATP,属于主动运输,蔗糖分子进入筛管细胞所需的能量来自膜两侧 H^+ 的电化学浓度梯度,其运输方式属于主动运输。

【解析】向筛管细胞外运输 H^+ 为主动运输,载体蛋白 L 空间构象会发生可逆性改变,A 正确;通过 M 向筛管细胞内运输 H^+ 的同时运输蔗糖分子,但不能运输其他分子,因此其仍具有特异性,B 错误;蔗糖分子进入筛管细胞依靠 H^+ 的电化学梯度,属于主动运输,C 错误;蔗糖分子通过专有通道胞间连丝进入库细胞,不属于协助扩散,D 错误。

2. B 突破点 ▶ 图表分析—物质进出细胞方式的判断

【解析】从 b 点开始,将细胞移入水中,则细胞会吸收水分,所以 c 点细胞液的浓度低于 b 点,则与 c 点相比,b 点细胞吸水能力较强,A 正确;从题图中看出,限制代谢作用后,离子 W 不能进入细胞膜内,说明代谢影响 W 的运输,所以其运输方式是主动运输,需要载体蛋白的协助,B 错误;bc 段表示将细胞移至蒸馏水中,由于在细胞膜和细胞壁之间存在离子 W,所以放入水中,离子 W 可快速流出细胞壁,造成吸收离子 W 的量减少,C 正确;根据 B 项分析可知,曲线 2 中限制代谢作用的处理可能是加入呼吸抑制剂,影响了主动运输所需要的能量供应,D 正确。

3. B 突破点 ▶ 信息提取—电压门与配体门通道

【解析】由题意可知,在电压门通道中,带电荷的蛋白质结构域会随膜电位的改变而发生相应的移动,从而使离子通道开启或关闭,所以 A 属于电压门通道;在配体门通道中,细胞内外的某些小分子配体与通道蛋白结合,继而引起离子通道开启与关闭,所以 B、C 属于配体门通道,A 正确。配体门通道运输离子时,细胞内外的某些小分子配体可与通道蛋白结合,会引起通道蛋白构象改变,继而引起通道蛋白开启与关闭,被运输的离子本身不会与通道蛋白结合,B 错误。电压门通道在转运离子时,会降低膜内外的电位差,由于是顺浓度梯度转运物质,因此该过程不需要消耗 ATP,C 正确。通过离子通道转运的方式是顺浓度梯度转运,属于协助扩散,水分子也可以通过这种方式进出细胞,D 正确。

4. D 突破点 ▶ 图表分析—共转运

【解析】由题图可知，液泡内 $\text{pH} \approx 5.5$ ，细胞质基质 $\text{pH} \approx 7.5$ ，则 H^+ 从细胞质基质进入液泡是逆浓度梯度运输，需要消耗的能量直接来自 ATP， Na^+ 从细胞质基质进入液泡是从低浓度到高浓度运输，其能量来自液泡膜两侧 H^+ 的电化学势能，A 错误；通道蛋白与所转运的物质不结合，载体蛋白与所转运物质结合，所以水通道蛋白转运水分子时不和水分子结合， H^+ 的载体蛋白转运 H^+ 时需要和 H^+ 结合，两者的机制不相同，B 错误；定期排水有利于增加土壤中的含氧量，提高有氧呼吸的速率，使细胞内 ATP 更充足，有利于“海水稻”通过主动运输将细胞质基质中多余的 Na^+ 外排出细胞和进入液泡，提高细胞液的浓度，进而增强其抗盐碱性，C 错误；海水稻将 H^+ 排出，有利于中和土壤中的碱性物质，能降低土壤碱的含量，同时，液泡吸收 Na^+ 的能量来自 H^+ 的浓度差，海水稻将 H^+ 排出，有利于增加液泡膜两侧 H^+ 的浓度差，促进 Na^+ 进入液泡，升高自身细胞液渗透压，D 正确。

第 2 节 酶和 ATP

刷基础

1. D 考查点 ▶ 酶的作用机理及实验探究

【解析】根据单一变量原则和无关变量的等量原则，该实验自变量是离子的不同类型，温度和 pH 都属于无关变量，要保持相同且适宜，A 正确；实验要遵循平行重复原则，以避免结果的偶然性，保证实验结果的可靠，B 正确； α -淀粉酶的化学本质是蛋白质，3 种离子可能是通过改变酶的空间结构使酶的活性降低，C 正确；酶的作用机理是降低化学反应的活化能，酶活性降低后，其降低的活化能也会减少，D 错误。

2. AB 考查点 ▶ ATP 的合成和分解

【解析】由题图可知，细胞呼吸产生的 ATP 可以用于“分子开关”中蛋白质的磷酸化过程，形成有活性的蛋白质，A 正确；ATP 将蛋白质磷酸化，形成 ADP 和磷酸化的蛋白质，同时蛋白质的空间结构发生改变，当磷酸化的蛋白质上的磷酸基团脱落时其空间结构恢复，因此“分子开关”可能是通过改变蛋白质的空间结构来实现“开”和“关”的，B 正确；蛋白质磷酸化过程需要消耗 ATP，是一个吸能反应，C 错误；由题图可知，蛋白质磷酸化过程需要消耗 ATP，是一个吸能反应，与 ATP 的水解相联系，D 错误。

3. C 考查点 ▶ 影响酶促反应的因素

【解析】从曲线图可以看出，与对照相比，加入 ATP 后反应速率加快，加入 CTP 后反应速率变慢，说明 ATP 和 CTP 分别是 ATCase 的激活剂和抑制剂，A 正确；酶的专一性是指一种酶只能催化一种或一类化学反应，ATCase 虽可与 ATP 和 CTP 结合，但催化仍具专一性，B 正确；产物的多少取决于底物量，CTP 只是减慢了反应速率，不会改变最终的生成物量，C 错误；由曲线图及 A 项的分析可知，若同时加入 ATP 和 CTP，ATP 有可能会削弱 CTP 对该酶的抑制作用，D 正确。

4. ACD 考查点 ▶ 酶的特性及活性调节

【解析】当产物 B 浓度低时，酶 1 有活性，将两种底物合成产物 A，产物 A 和另外一种物质在酶 2 的作用下合成产物 B；当产物 B 浓度高时，与酶 1 的变构位点结合，使得酶 1 失去活性，从而不能生成产物 A，进而不能合成产物 B，这样使得产物 B 的含量维持在稳定的水平，这属于负反馈调节，A 错误。产物 B 浓度高时，酶 1 无活性，而产物 B 浓度低时，酶 1 有活性，说明产物 B 与酶 1 变构位点的结合是可逆的，B 正确。酶活性指酶催化特定化学反应的能力，酶活性的大小与温度、pH 等有关，与底物浓度无关，C 错误。

由题图可知,酶 1 能与多种物质结合,但其催化的是一种反应,这说明了酶的专一性,D 错误。

5. D 考查点 ▶ ATP 的结构和功能

【解析】由题可知,线粒体破碎后的提取液中加入丙酮酸、氧气、组氨酸激酶 HK853 等,可以高效合成 ATP,但由于 ADP 有限,故不能大量合成 ATP,A 错误;由题可知,HK853 具有多种催化功能,但其底物专一,能体现酶的专一性,B 错误;CA 结构域含有 ADP 结合位点,催化 ATP 的合成,C 错误;ATP 的合成过程需要能量,故利用 HK853 体外合成 ATP 是一个吸能反应,D 正确。

易错警示 关于 ATP 的几个易错点

(1) ATP 既是储能物质,又是供能物质,其中的特殊的化学键断裂时,可释放出大量能量。

(2) ATP 在活细胞中的含量很少,ATP 与 ADP 可迅速相互转化,细胞内 ATP 与 ADP 相互转化的能量供应机制普遍存在于生物界中。

(3) 细胞内的吸能反应一般与 ATP 的水解相联系,放能反应一般与 ATP 的合成相联系。

刷提分

1. D 考查点 ▶ 酶的作用实验探究

【解析】多酶片中含有多种消化酶,酶起催化作用的机理是降低化学反应的活化能,而不是提供能量,A 错误;多酶片中的消化酶使食物分解速率加快,但不能说明酶具有高效性,酶的高效性是与无机催化剂相比较得出的,B 错误;实验中加入胰液的量属于无关变量,但对实验结果会造成影响,因此实验中要保证无关变量的相同且适宜,C 错误;由题可知,甲组模拟整片服用,乙组模拟嚼碎服用,丙组没有加入多酶片,是对照组,若三组蛋白块消失的时间为甲<乙≤丙,说明整片服用效果好,D 正确。

2. C 突破点 ▶ 图表分析—抑制剂对酶活性的影响

【解析】甲组为无抑制剂条件下底物浓度与反应速率的关系,其反应速率高于加入了竞争性抑制剂和非竞争性抑制的反应速率,A 正确;乙组为竞争性抑制剂与酶结合后的反应速率曲线,其特点是随着底物浓度的增加,底物与酶结合增多,反应速率逐渐增强,B 正确;丙组为非竞争性抑制剂与酶结合后的反应速率曲线,其特点是酶的结构被改变,酶不再与底物结合,即使增加底物浓度也不能提高反应速率,但是可以通过增加酶浓度来提高反应速率,C 错误;甲组在底物浓度为 15 时,酶促反应速率已达最大,此时限制酶促反应速率的因素包含酶量,故甲组在底物浓度为 15 时再加入相同的酶,酶促反应速率将呈现上升趋势,D 正确。

3. B 突破点 ▶ 实验探究—酶活性的实验探究

【解析】题中底物为五种碳链长度的脂肪醇 $E_1 \sim E_5$ (碳链长度依次增加),底物的相对转化率未与底物中碳链长度呈正相关,则不能说明 M 酶的活性与底物的碳链长度呈正相关,A 错误;脂肪醇 $E_1 \sim E_5$ (碳链长度依次增加)为底物,在 M 酶催化作用下,反应速率各不相同,说明脂肪醇的结构可能对 M 酶活性有影响,B 正确;以 E_4 的转化率 54% 为单位 1,其他底物的相对转化率可通过除以 54% 计算, E_5 相对转化率大约为 127%,则其实际转化率大概为 69%,还没有完全转化,C 错误;M 酶能催化不同碳链长度脂肪醇的转化,并不能说明其不具有专一性,D 错误。

4. B 突破点 ▶ 图表分析—GTP 对蛋白质活性的调控

【解析】由题意可知,Rab8 蛋白由 207 个氨基酸组成,若只含有

一条肽链,则其至少有一个游离的氨基和一个游离的羧基,A 错误;Rab8 蛋白存在“活性”与“非活性”两种状态,这两种状态在一定的条件下可以相互转换,说明其空间结构的改变不会导致蛋白质变性,B 正确;由题图可知,Rab8 蛋白从“非活性”状态转化到“活性”状态时,在辅助蛋白 2 作用下,GDP 转化为 GTP,GTP 与 Rab8 蛋白结合转化为活化状态,C 错误;“活性”Rab8 与 EHBP1 蛋白部分结构发生相互作用,进而使 EHBP1 蛋白与肌动蛋白相互作用,参与囊泡运输,D 错误。

第 3 节 细胞呼吸的原理及应用

刷基础

1. B 考查点 ▶ 细胞的有氧呼吸过程

【解析】由题图可知,物质③在每个阶段都会产生,且第三阶段产生最多,可判断物质③为 ATP,物质④为 $[H]$,在阶段 C 与 O_2 反应生成水(物质②),阶段 A 表示有氧呼吸的第一阶段,发生场所为细胞质基质,A 正确;阶段 B 为有氧呼吸的第二阶段,在真核细胞中发生在线粒体基质中,除了真核细胞,进行有氧呼吸的原核细胞也能进行阶段 B,B 错误;阶段 C 为有氧呼吸的第三阶段,消耗了 $[H]$ 和 O_2 ,释放出大量能量,生成大量 ATP,发生在线粒体内膜上,C 正确;肌细胞无氧呼吸产生的乳酸能在肝脏中再次转化为葡萄糖,D 正确。

刷有所得

肌肉细胞无氧呼吸产生的乳酸通过细胞膜弥散进入血液后,进入肝脏,在乳酸脱氢酶的作用下转变为丙酮酸,然后通过糖异生转化为葡萄糖。

2. D 考查点 ▶ 探究酵母菌细胞呼吸方式的实验

【解析】连接装置“c→a→b”可控制酵母菌处于有氧条件,“d→b”可控制酵母菌处于无氧条件,可用于探究酵母菌的呼吸作用类型,A 正确。连接装置“d→b”培养一段时间后,酵母菌进行无氧呼吸,从 d 培养瓶中取样,可检测到有酒精产生,B 正确。若 X 为 NaOH 溶液,可吸收二氧化碳,液滴的移动受氧气含量的影响,酵母菌同时进行有氧呼吸和无氧呼吸时 e 装置液滴向左移动,C 正确。若 X 为 NaOH 溶液,装置 e 液滴不移动,表示没有消耗氧气,说明酵母菌进行无氧呼吸;装置 f 液滴向右移,可能是因为产生的二氧化碳多于消耗的氧气,此时酵母菌同时进行有氧呼吸和无氧呼吸,也可能是因为酵母菌只进行无氧呼吸产生 CO_2 ,D 错误。

刷有所得

CO_2 和酒精的检测

检测产物	所用试剂	现象
二氧化碳	澄清的石灰水	变浑浊
	溴麝香草酚蓝溶液	由蓝变绿再变黄
酒精	酸性重铬酸钾溶液	橙色变成灰绿色

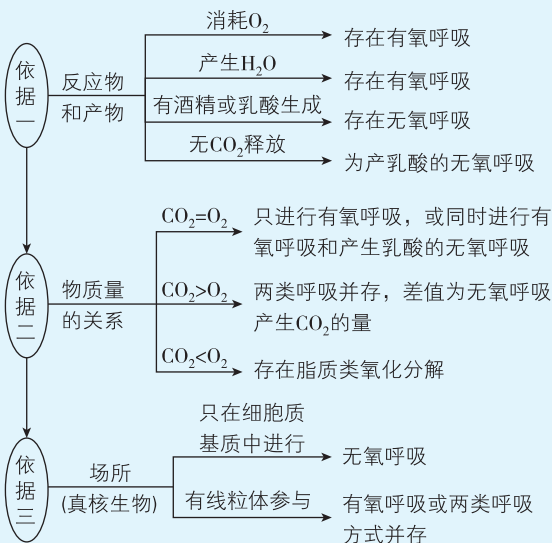
3. B 考查点 ▶ 探究酵母菌细胞呼吸的方式

【解析】分析题意及题图可知,曲线 I 表示 CO_2 产生量,曲线 II 表示 O_2 消耗量,在 O_2 浓度为 a 时,酵母菌细胞呼吸产生的 CO_2 量远大于消耗的 O_2 量,因而可判断此时酵母菌主要进行无氧呼吸,有氧呼吸较弱,而其无氧呼吸消耗的底物(葡萄糖)中的能量大多储存在酒精中,A 错误; O_2 浓度为 b 时, CO_2 产生量大于 O_2 消耗量,说明酵母菌进行有氧呼吸和无氧呼吸,故酵母菌产生的 CO_2 来自细胞质基质和线粒体基质,B 正确; O_2 浓度为 c 时,酵母菌有氧呼吸消耗的葡萄糖约占 $\frac{10}{6} \div [\frac{10}{6} + (12-10) \div 2] = \frac{5}{8}$,约

有 $1 - \frac{5}{8} = \frac{3}{8}$ 的葡萄糖用于酵母菌的无氧呼吸, C 错误; 乳酸菌只能进行无氧呼吸, 其呼吸产物为乳酸, 不产生 CO_2 , 若实验中的酵母菌更换为乳酸菌, 则曲线 I、II 走势均会发生改变, D 错误。

关键点拨

判断细胞呼吸方式的三大依据



4. D 考查点 ▶ 呼吸作用的应用

【解析】花生和大豆的脂肪含量高, 萌发消耗的氧气多, 因此要比玉米、小麦播种的浅, A 正确; 农村采用土窖保存水果和蔬菜的原因是土窖中温度和氧气浓度都较低, 细胞呼吸弱, 有机物的消耗少, 东北冬季利用大窖套小窖(保温、减少通气)可使黄瓜储藏三个多月, 原因之一是在密闭的环境中 CO_2 浓度增大抑制呼吸速率, B 正确; 机械损伤会导致细胞破损, 进而导致细胞呼吸加快, 所以采收运输西红柿、柑橘等多汁果实和蔬菜, 要防止机械损伤, C 正确; 选用透气的消毒纱布包扎伤口, 目的是防止破伤风杆菌等厌氧菌的繁殖, D 错误。

易错警示

影响细胞呼吸的四个注意点

- (1) 内部因素也会影响细胞呼吸强度, 如生物的遗传特性、器官种类、生长发育时期等。
- (2) 完全无氧条件下, 细胞呼吸强度并不为零, 因为此时细胞可以进行无氧呼吸。
- (3) 储存蔬菜和水果的条件并不是无氧环境。蔬菜、水果应在低温、低氧条件下储存, 低温以不破坏植物组织为标准, 一般为零上低温; 种子储存时应保持干燥, 而蔬菜、水果储存时还应保持一定的湿度。
- (4) 影响细胞呼吸的因素并不是单一的。若需要增强相关植物或器官的细胞呼吸强度, 可采取供水、升温、增氧等措施; 若需要降低细胞呼吸强度, 可以采取干燥、低温、低氧等措施。

刷提分

1. B 考查点 ▶ 细胞呼吸的过程

思路分析

有氧呼吸的第一、二、三阶段的场所依次是细胞质基质、线粒体基质和线粒体内膜。在有氧呼吸第一阶段, 葡萄糖分解成丙酮酸和 $[\text{H}]$, 并释放出少量能量; 在有氧呼吸第二阶段, 丙酮酸和水反应生成二氧化碳和 $[\text{H}]$, 并释放出少量能量; 在有氧呼吸第三阶段, 氧气和 $[\text{H}]$ 反应生成水, 并释放出大量能量。

【解析】糖酵解是指将葡萄糖分解为丙酮酸的过程,该过程发生在有氧呼吸的第一阶段或无氧呼吸的第一阶段,场所都为细胞质基质,该过程产物有丙酮酸和 NADH,并释放出少量能量,A 正确;根据题意可知,调节位点对 ATP 的亲和力较低,且 ATP、ADP 通过竞争性结合 PFK 的调节位点改变酶活性,进而调节细胞呼吸速率,所以可推测激活 PFK 并使其发挥作用不一定必须是 ATP 与 PFK 的两个位点同时结合才行,B 错误;运动时肌细胞消耗 ATP 增多,细胞中 ATP 减少,ADP 增多,ADP 与 PFK 结合增多,细胞呼吸速率加快,进而使细胞中 ATP 含量增多,从而维持能量供应,该调节机制属于负反馈调节,有利于保持能量代谢的平衡,C、D 正确。

2. C 考查点 ▶ 呼吸作用原理在生产中的应用

【解析】由题意可知,ADH 和 LDH 都能催化无氧呼吸第二阶段的反应,即将丙酮酸还原,但不能释放能量,不能合成 ATP,A 错误;低氧胁迫下,玉米品系 A 和品系 B 的根细胞中都有将葡萄糖分解为丙酮酸的过程,且二者根细胞中均同时含有 ADH 和 LDH,存在两条无氧呼吸途径,只是强度不同,因此二者细胞呼吸途径并非完全不同,B 错误;由题意可知,玉米品系 B 根系中既含有 LDH,也含有 ADH,两种酶的催化产物不同,因此被水淹后,根系进行无氧呼吸,体内可能会出现酒精、乳酸、 CO_2 等呼吸产物,C 正确;酒精能使酸性重铬酸钾溶液变为灰绿色,D 错误。

3. ACD 突破点 ▶ 实验探究—探究水淹胁迫条件下白菜幼苗根系的细胞呼吸

【解析】由题图可知,实验的自变量为白菜品种、水淹胁迫的程度、处理时间,A 错误;无氧呼吸仅在产生丙酮酸的过程生成少量 ATP,丙酮酸生成乳酸或酒精的过程是无氧呼吸第二阶段,该阶段不产生 ATP,B 正确;品种乙抗水淹胁迫的能力不一定强于品种甲,需要考虑不同情境再比较,例如需先考虑水淹胁迫的程度和时间,再考虑乳酸积累情况,C 错误;水淹胁迫条件下,两种白菜品种的 LDH 活性都逐渐降低,ADH 活性相比 LDH 活性较高一些,结合题干推测,在水淹胁迫条件下,白菜幼苗根细胞无氧呼吸逐渐以生成酒精为主,D 错误。

4. B 考查点 ▶ 机体不同细胞呼吸作用的调节

【解析】由题意和题图可知,乳酸可在神经元的线粒体中分解产生能量,说明乳酸可以作为神经元的能源物质,A 正确;丙酮酸转变为乳酸发生在无氧呼吸的第二阶段,该阶段不会产生 ATP,B 错误;增强 MTC 活性,可促进乳酸进入神经元,产生更多自由基,引起神经元损伤,C 正确;Rheb 蛋白能促进丙酮酸进入线粒体氧化分解供能,增强 Rheb 蛋白活性可使丙酮酸转化为乳酸的量减少,乳酸进入神经元的量减少,自由基的产生量减少,从而减少神经元损伤,D 正确。

5. C 考查点 ▶ 影响细胞呼吸的因素

【解析】据题图分析,苹果贮存的适宜条件是低温和低氧,A 错误;5% O_2 浓度条件下,苹果细胞既进行有氧呼吸又进行无氧呼吸,产生 CO_2 的场所为细胞质基质和线粒体基质,B 错误;20%~30% O_2 浓度范围内,不同温度条件下 CO_2 的相对生成量达到相对稳定且各不相同,此时影响 CO_2 相对生成量的环境因素主要是温度,C 正确;在 O_2 充足的条件下,苹果细胞进行有氧呼吸, O_2 参与反应的场所是线粒体内膜,D 错误。

刷有所得

细胞呼吸的曲线识别技巧

- (1) “钟”型曲线:典型的酶促反应曲线,通过影响酶的活性影响细胞呼吸,凡可影响酶活性的因素都可影响该曲线的变化,如温度、pH。
- (2) 下降型曲线:呼吸反应速率逐渐减缓,一般受生成物含量的影响,在密闭环境中随生成物的增多而减缓,如 CO_2 浓度。
- (3) 上升型曲线:呼吸反应速率逐渐加快,一般受反应物含量的影响,在一定范围内,随反应物的增多而增加,如 O_2 含量。

6. B 突破点 ▶ 图表分析—呼吸作用类型的产物变化

【解析】由题图可知, t_1 时刻,酒精产生速率为 0, I、II 两条曲线重合,即酵母菌只进行有氧呼吸,无氧呼吸消失, A 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 完全重合,说明酵母菌和乳酸菌进行无氧呼吸的相对速率相等,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, B 错误。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, $0 \sim t_1$ 时间段产生的 CO_2 总量 = $S_1 + S_2 + S_3 + S_4$, 无氧呼吸产生的酒精量与二氧化碳量相同,即无氧呼吸产生的 CO_2 量 = $S_2 + S_3$; 有氧呼吸消耗的氧气量等于有氧呼吸产生的二氧化碳量,即有氧呼吸产生的 CO_2 量 = $S_2 + S_4$, 由上可得, $S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = S_2 + S_3 + S_2 + S_4$, 得 S_1 和 S_2 的值始终相等, D 正确。 $S_1 = S_2$, 若 $S_2 : S_3 = 2 : 1$ 、 $S_4 : S_1 = 8 : 1$, 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 = $S_2 + S_3 = 1.5S_2$, 可得有氧呼吸产生的 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 二氧化碳, 无氧呼吸消耗 1 mol 葡萄糖产生 2 mol 二氧化碳, 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 $1 : 0.5 = 2 : 1$, C 正确。

7. ABC 考查点 ▶ 细胞呼吸过程

【解析】氧气在线粒体内膜参与有氧呼吸的第三阶段,产生大量 ATP,而 ATP 的合成需要 ATP 合成酶的参与,由题图可知,加入 DCCD 后, O_2 浓度不再改变可推测 DCCD 可能破坏了线粒体内膜上的 ATP 合成酶, A 正确;题图中加入 ADP 和 DNP 后 O_2 浓度下降的斜率不同,可说明二者促进细胞呼吸的效率不同, B 正确;加入 DNP 后,氧气浓度下降速率加快,细胞呼吸增强,释放的能量增多,其中一部分能量以热能形式散失,所以线粒体内膜上散失的热能将增加, C 正确;DCCD 可能通过破坏线粒体内膜上的 ATP 合成酶抑制呼吸作用,而 DNP 可促进细胞呼吸,二者对细胞呼吸的影响机理是不同的, D 错误。

8. (1) 线粒体内膜 蛋白质含量较高 (2) 主动运输 都能运输 H^+ , 都可以作为酶起催化作用 (3) 因交替氧化酶的存在,电子经复合体 IV 的传递量减少,致使膜外 H^+ 浓度减小,驱动 ATP 合酶合成 ATP 减少,细胞呼吸释放的能量更多以热能形式散失,使早春植物花序温度升高

突破点 ▶ 图表分析—细胞呼吸的过程

题图解读

分析题图: 有氧呼吸产生的电子 (e^-) 经蛋白复合体 I、蛋白复合体 IV 传递至 O_2 生成 H_2O , 同时又将 H^+ 运输到膜间隙,使膜两侧形成 H^+ 浓度差; H^+ 通过 ATP 合酶以被动运输的方式进入线粒体基质,并驱动 ATP 生成。

【解析】(1) 由题意和题图可知,该膜上发生消耗氧气生成水的化学反应,故该膜为线粒体内膜;与真核细胞细胞膜相比,线粒体内膜的蛋白质含量更高。

(2) 由题图可知,ATP 合酶向膜内运输 H^+ 时合成 ATP,为顺浓度的运输。复合体Ⅳ向膜外运输 H^+ ,为逆浓度梯度的运输,为主动运输。题图中复合体Ⅳ能够运输 H^+ ,且可以作为酶起催化作用,故其与 ATP 合酶的相同之处为二者都能运输 H^+ ,都可以作为酶起催化作用。

(3) 交替氧化酶(AOX)可以使早春植物花序温度升高,以吸引昆虫传粉。某些植物细胞的生物膜上存在交替氧化酶(AOX),该酶能直接利用复合体Ⅰ传递的电子催化 O_2 的还原,电子经复合体Ⅳ的传递量减少,致使膜外 H^+ 浓度减小,驱动 ATP 合酶合成 ATP 减少,细胞呼吸释放的能量更多以热能形式散失,使早春植物花序温度升高,以吸引昆虫。

第 4 节 光合作用与能量转化

刷基础

1. C 考查点 ▶ 色素的分离

【解析】碳酸钙可以保护色素,A 正确;不同色素随层析液扩散的速度不同,溶解度大的扩散速度快,溶解度小的扩散速度慢,4 条色素带从上到下依次是叶绿素 b、叶绿素 a、叶黄素、胡萝卜素,叶绿素 b 主要吸收红光和蓝紫光,B 正确;条带 2 是叶绿素 a,条带 3 是叶黄素,颜色分别是蓝绿色、黄色,C 错误;条带 4 是胡萝卜素,在层析液中溶解度最大,扩散速度快,D 正确。

刷有所得 叶绿体色素的提取和分离实验总结

①提取色素原理:色素能溶解在乙醇或丙酮等有机溶剂中,所以可用无水乙醇等提取色素。②分离色素原理:各色素随层析液在滤纸上扩散速度不同,从而分离色素。色素在层析液中溶解度大,扩散速度快;溶解度小,扩散速度慢。③无水乙醇或丙酮作用:提取色素;层析液作用:分离色素;二氧化硅作用:使研磨得充分;碳酸钙作用:防止研磨中色素被破坏。④分离结果为滤纸条从上到下依次是胡萝卜素(最窄)、叶黄素(较窄)、叶绿素 a(最宽)、叶绿素 b(较宽),色素带的宽窄与色素含量有关。

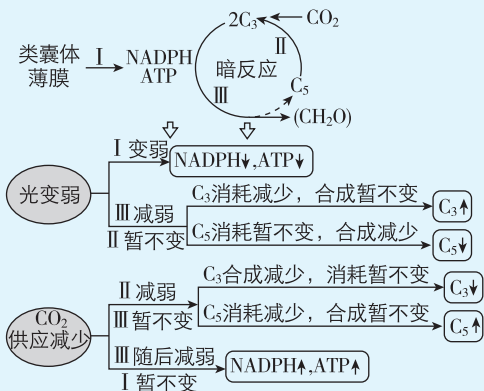
2. ABD 考查点 ▶ 碳固定途径

【解析】在 CO_2 浓度突然降低时,短时间内 C_3 会减少, C_5 会增加,题图中物质 B 在 CO_2 浓度降低后短时间内含量上升,物质 C 在 CO_2 浓度降低后含量下降,可判断物质 B 表示 C_5 ,物质 C 表示 C_3 ,A 正确; CO_2 固定时, $^{14}CO_2 + C_5 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3$,生成的 2 个 C_3 分子中只有 1 个 C_3 中含有 ^{14}C ,B 正确;题图中 0 s 后物质 B 含量上升,但不能据此判断物质 B 最先与 CO_2 结合,C 错误;若 300 s 后停止光照,[H]和 ATP 的合成停止, C_3 的还原受阻,而 CO_2 的固定仍在进行,所以短时间内 C_3 含量上升而 C_5 含量下降,D 正确。

刷有所得

过程分析法:分析环境条件骤变对光合作用中间代谢产物含量瞬间的影响

图中, I 表示光反应, II 表示 CO_2 的固定, III 表示 C_3 的还原, 当外界条件(如光照、 CO_2)突然发生变化时, 分析相关物质含量在短时间内的变化:



3. D 考查点 ▶ 光合作用中暗反应的过程

【解析】无水乙醇会破坏酶的活性, 提取 RuBP 羧化酶时, 不宜加入无水乙醇, A 错误。酶的作用机理是降低化学反应所需的活化能, 因此 RuBP 羧化酶不能为 CO_2 固定提供所需的活化能, B 错误。若突然升高 CO_2 浓度会增加 RuBP 的消耗量, 而其生成量暂时不变, 故短时间内 RuBP 的量将减少; 短时间内 3-PGA 生成量增加, 消耗量不变, 导致 3-PGA 的量增多, C 错误。增强光照时, 产生的 ATP 和 NADPH 增多, C_3 的还原及 C_5 的再生加快, 故 RuBP 羧化酶的活性增强, 进而使 C_3 合成速率加快, D 正确。

4. C 考查点 ▶ 光合作用的影响因素

【解析】题图中光照强度在 $0 \sim 500 \text{ lx}$ 范围内净光合速率上升, 主要原因是光照强度增加导致光反应增强, 从而引起净光合速率增加, A 错误; 题图中光照强度在 $0 \sim 1500 \text{ lx}$ 时, 净光合速率上升, 有机物积累速率持续上升, 净光合速率最大时刻杨树有机物积累速率最快, B 错误; 由题可知, 实验在温度、湿度适宜, CO_2 充足供给的条件下进行, 当光照强度超过 2000 lx , 气孔开放程度增加明显, 可判断限制净光合速率上升的主要原因为色素和酶的数量不足, C 正确; 当光照强度为 2000 lx 时, 总光合速率 = 净光合速率 + 呼吸速率, 若杨树植株呼吸速率不变, 则杨树实际光合速率约为 $22 + 5 = 27 (\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$, 但由于杨树植株存在不能进行光合作用的细胞, 所以杨树叶肉细胞总光合速率大于 $27 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, D 错误。

易错警示

明确植物细胞三率间的关系

总光合速率 = 净光合速率 + 呼吸速率, 可通过下列公式计算:

- (1) 光合作用实际产氧量(叶绿体产氧量) = 实测植物氧气释放量 + 细胞呼吸耗氧量。
- (2) 光合作用实际 CO_2 消耗量(叶绿体消耗 CO_2 量) = 实测植物 CO_2 吸收量 + 细胞呼吸 CO_2 释放量。
- (3) 光合作用葡萄糖净生产量(葡萄糖积累量) = 光合作用实际葡萄糖生产量(叶绿体产生或合成的葡萄糖量) - 细胞呼吸葡萄糖消耗量。

刷提分

1. B 考查点 ▶ 光反应和暗反应的区别和联系

【解析】细胞器膜、细胞膜和核膜构成了细胞的生物膜系统，类囊体膜属于细胞的生物膜系统，其主要成分是脂质和蛋白质，A 正确；题图 II 是先在光照条件下对类囊体进行培养，在培养过程中类囊体悬液的 pH 由 4 调整为 8，然后转移至黑暗条件下培养并加入 ADP 和 P_i ，产生了 ATP，仅凭该实验无法证明“某种能量形式”是来自光能还是来自类囊体膜内外的 H^+ 浓度差形成的势能，B 错误；题图 III 中，对无缓冲液的类囊体悬液进行光、暗交替处理，悬液的 pH 在光照处理时升高，推测可能是类囊体膜外 H^+ 被转移到类囊体膜内，造成悬液 pH 升高，C 正确；若要实现黑暗下人工叶绿体持续生产，则需要稳定提供光反应产生的 NADPH 和 ATP，以及暗反应的原料 CO_2 ，D 正确。

2. C 突破点 ▶ 图表分析—光合作用过程的情境化考查

【解析】由题图可知，B 是 ADP 和 P_i ，C 是 ATP，当 H^+ 顺浓度梯度经 Z 蛋白运输时，利用化学势能将 ADP 和 P_i 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电子，经传递到达 D ($NADP^+$)，同时结合 H^+ 合成 E (NADPH)，B 正确；激活的 PSBS 抑制电子在类囊体膜上的传递，从而抑制水的光解，C 错误；由题意可知，当光反应产物积累时，会产生反馈抑制，叶片转化光能的能力下降，D 正确。

3. (1) O_2 、ATP 和 NADPH 细胞质基质、线粒体、叶绿体 自身呼吸消耗、自身生长发育 (2) 刈割后，植物气孔导度增大，促进二氧化碳的吸收，提高了暗反应速率 (3) 刈割能提高叶片的含水量，且能降低植物叶片水分饱和度，减少对水分的需求，从而增加对干旱的适应能力

突破点 ▶ 实验探究—光合作用的物质变化及影响因素

【解析】(1) 光反应阶段的产物是 O_2 、NADPH 和 ATP；白天驼绒藜叶肉细胞光合作用和呼吸作用均可产生 ATP，其场所有细胞质基质、线粒体和叶绿体。正常条件下，驼绒藜叶片自身的呼吸及生长发育会消耗部分糖类等光合作用产物，因此驼绒藜叶片光合作用产生的糖类等产物不会全部运输到其他部位。

(2) 由题表可知，与对照组相比，刈割组植物气孔导度增大，促进二氧化碳的吸收，提高了暗反应速率，其净光合作用速率增大。

(3) 由题表可知，与对照组相比，刈割组植物叶片相对含水量增加、水分饱和度降低，减少对水分的需求，从而增加对干旱的适应能力。

4. (1) 光合色素 运输 H^+ 和催化 ATP 合成 (2) ①不会 ②PSII 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 ③PS II 活性降低，利用光能能力降低，过剩光能增加，转化成的热能相应增加 PS II 受损严重，将过剩光能转化成热能的量减少 (3) 蓝光能提高 PS II 的活性 (或蓝光能促进 PS II 以热能形式消耗光能)

突破点 ▶ 图表分析—光抑制机制

【解析】(1) 在叶绿体类囊体薄膜上存在光系统，PS II 作为叶绿体类囊体薄膜上由蛋白质和光合色素组成的复合物，光合色素能够吸收、传递和转化光能。已知 H^+ 通过 ATP 合酶顺浓度梯度进入叶绿体基质驱动 ATP 的合成，说明 ATP 合酶既能作为离子通道让 H^+ 通过，又能催化 ATP 的合成，所以表明 ATP 合酶具有运输 H^+ 和催化 ATP 合成的功能。

(2) ①分析题图 2 可知，根据低温+黑暗的处理，与对照组相比，随低温+黑暗处理时间的延长，PS I 和 PS II 的活性几乎不变，说

明低温+黑暗处理不会破坏光系统。②分析题图 2 中低温+弱光的处理,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 PS II 被破坏导致的。③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 以热能形式消耗光能明显提高,因此推测桃树叶片会通过促进 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,将过剩光能转化成热能的量减少。(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,结合上述研究可知,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,且桃树叶片会通过促进 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,因此推测蓝光能促进 PS II 活性,或者蓝光能提高 PS II 以热能形式消耗光能。

刷有所得

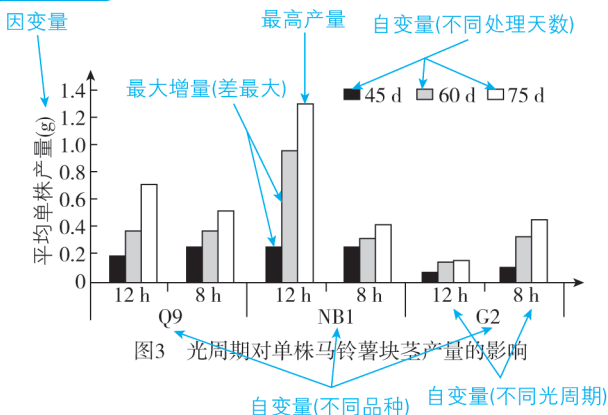
光系统包括光系统 II (PS II) 和光系统 I (PS I)。

PS II 光解水,PS I 还原 NADP^+ 。光系统 II 的色素吸收光能以后,能产生高能电子,并将高能电子传送到电子传递体 PQ,传递到 PQ 上的高能电子依次传递给细胞色素 b_6f 复合体和 PC。光系统 I 吸收光能后,通过 PC 传递的电子与 H^+ 、 NADP^+ 在类囊体薄膜上结合形成 NADPH。水光解产生 H^+ ,使类囊体腔内 H^+ 浓度升高, H^+ 顺浓度梯度运输到类囊体腔外,而 H^+ 在类囊体薄膜上与 NADP^+ 结合形成 NADPH 使类囊体腔外 H^+ 浓度降低,同时还可以通过 PQ 和细胞色素 b_6f 复合体运回到类囊体腔内,保持类囊体薄膜两侧的 H^+ 浓度差。ATP 合成酶利用类囊体薄膜两侧的 H^+ 浓度差合成 ATP。

5. (1) 类囊体薄膜 ATP 和 NADPH CO_2 吸收减少 (2) 升高 降低 (3) ①马铃薯的不同品种、不同光周期处理和处理的的天数 叶绿素的合成、光合作用、有机物的运输和储存等 ②NB1 品种的中日照组 ③长日照抑制了 SUT1 对蔗糖的转运,使蔗糖在韧皮部的装载和长距离运输中受阻

突破点 ▶ 实验探究—光合作用的影响因素及应用

题图解读



【解析】(1) 光反应的场所是类囊体薄膜,与光反应有关的酶在类囊体薄膜上;题图 1 的②过程为 C_3 的还原反应,该过程需要光反应产物 ATP 和 NADPH 的参与。由题可知,淀粉含量增加会降低气孔导度,则使通过气孔吸收的 CO_2 减少,进而降低暗反应速率。

(2) 导入蔗糖转运蛋白反义基因的马铃薯植株中 SUT1 的表达水平降低,导致叶肉细胞中蔗糖分子运出减少,从而在叶肉细胞中

大量积累,使叶片中可溶性糖和淀粉总量升高,抑制光合作用,最终导致块茎产量降低。

(3)①据题图 3 可知,该实验的自变量有三个不同品种的马铃薯、不同光周期处理以及 45 d、60 d 和 75 d 三种不同天数的处理,本实验研究不同光周期处理对马铃薯产量的影响,最终发现长日照组叶绿素含量最高,但只有中日照和短日照组有块茎生成,由此推断光影响的马铃薯幼苗的生理过程可能有叶绿素的合成、光合作用、有机物的运输和储存等。②由题图 3 可知,对 NB1 品种进行 12 h 的中日照,在处理 45~60 d 期间差值最大,即平均单株产量增量最高。③相比于中日照与短日照,三个不同品种的马铃薯在长日照下均没有块茎生成,根据(2)中信息推测,长日照下没有马铃薯块茎生成的原因可能是长日照抑制了 SUT1 对蔗糖的转运,使蔗糖在韧皮部的装载和长距离运输中受阻。

专题 1 特殊代谢途径

刷 难关

1. C 突破点 ▶ 信息提取—蓝细菌的 CO_2 浓缩机制

【解析】蓝细菌是原核生物,无叶绿体,A 错误。依题意,题图为蓝细菌的 CO_2 浓缩机制,据题图可知, CO_2 进入光合片层膜要依赖 CO_2 转运蛋白,同时消耗能量。因此, CO_2 以主动运输的方式通过光合片层膜,B 错误。 HCO_3^- 转运蛋白基因表达增加,膜上 HCO_3^- 转运蛋白量增加,为暗反应提供的 CO_2 增加,暗反应速率增强,促使光反应速率增强,从而使光合速率增强,C 正确。依题意, O_2 和 CO_2 竞争性结合 R 酶同一位点, CO_2 浓缩机制可提高 R 酶周围 CO_2 浓度。因此,当 R 酶周围 CO_2 浓度高时, CO_2 与 R 酶的结合率高,促进 CO_2 的固定,提高光合作用速率,有机物积累量增加;当 R 酶周围 O_2 浓度高时, O_2 与 R 酶的结合率高,抑制 CO_2 的固定,降低光合作用速率,有机物积累量减少,D 错误。

2. (1) 碳酸钙 色素提取液中的叶绿素和类胡萝卜素均可吸收蓝紫光 (2) 提供能量,作为还原剂 氧化型辅酶 II (3) 减弱苹果酸含量 实验组 PPC 磷酸化水平和苹果酸含量均低于对照组

考查点 ▶ 色素提取与光合作用的 CAM 途径

【解析】(1)提取光合色素时,为保护色素需向研钵中加入碳酸钙,因为碳酸钙可以中和细胞液中的有机酸,防止色素被破坏;不用蓝紫光吸收量计算叶绿素含量的原因是色素提取液中的叶绿素和类胡萝卜素均可吸收蓝紫光,所以仅通过蓝紫光吸收量无法准确计算出叶绿素的含量,而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,通过测定红光吸收量能更准确地间接计算叶绿素含量。

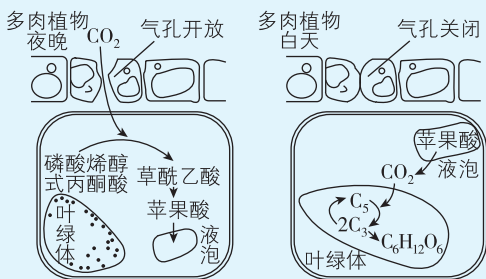
(2)石莲花进行光反应过程中产生的 NADPH 在暗反应中的作用是提供能量和作为还原剂,用于三碳化合物的还原,NADP⁺ 的全称是氧化型辅酶 II。

(3)苹果酸堆积会抑制 PPC 活性,而 PPCK 的表达水平白天低夜晚高,且磷酸化后的 PPC 仍能固定 CO_2 ,所以推测 PPCK 可通过催化 PPC 磷酸化减弱苹果酸对 PPC 活性的抑制作用,这样在夜晚能保证 PPC 继续固定 CO_2 合成苹果酸。为验证上述推测,进行了相关实验,对照组为野生型石莲花,实验组为敲除 PPCK 基因的石莲花,检测指标为夜间检测细胞内苹果酸含量和 PPC 磷酸化水平。预期结果为实验组 PPC 磷酸化水平和苹果酸含量均低于对照组。因为对照组有 PPCK 基因,能通过催化 PPC 磷酸

化减弱苹果酸对 PPC 的抑制,从而使 PPC 能更好地固定 CO_2 合成苹果酸,所以苹果酸含量和 PPC 磷酸化水平均较高,而实验组敲除了 *PPCK* 基因,无法通过催化 PPC 磷酸化减弱抑制,导致 PPC 固定 CO_2 的能力减弱,苹果酸含量和 PPC 磷酸化水平均较低。

刷有所得 景天科植物的 CO_2 固定

景天酸代谢是许多肉质植物的一种特殊代谢方式,在夜间,大气中 CO_2 从气孔进入,被磷酸烯醇式丙酮酸(PEP)羧化酶催化,与 PEP 结合形成草酰乙酸(OAA),再经苹果酸脱氢酶作用还原为苹果酸,贮存于液泡中。在白天,苹果酸从液泡中释放出来,经脱羧酶作用形成 CO_2 和丙酮酸, CO_2 产生后用于卡尔文循环,作用机制如图所示(该机制也称 CAM 途径)。



3. (1) 线粒体、细胞质基质、叶绿体 (或类囊体) (2) 实现对光能的吸收、传递、转化;产生 ATP 和 NADPH;进行水的光解 (3) 较少 (4) AO 消耗 NADH 产生热能和 ATP,有利于促进草酰乙酸和苹果酸循环,加速 NADPH 的利用,减少其对叶绿体的损伤 (5) 信息分子 (或信号分子) 以用 eATP 处理的正常植物和不用 eATP 处理的正常植物作对照,在强光条件下,测定两组植物的光合速率 (或用正常植物和 DORN1 缺陷型植物作对照,在强光条件下,测定两组植物的光合速率)

突破点 ▶ 信息提取—AO 主导的呼吸途径

【解析】(1) 细胞内 ATP 为 iATP,其产生的场所主要有细胞质基质(细胞呼吸第一阶段产生少量 ATP)、线粒体(有氧呼吸第二阶段产生少量 ATP、第三阶段产生大量 ATP)、叶绿体(光反应阶段产生 ATP)。

(2) 光系统 I 和光系统 II 是由蛋白质和光合色素组成的复合物,其作用是吸收光能,完成光反应的有关变化。具体作用是实现对光能的吸收、传递、转化;产生 ATP 和 NADPH;进行水的光解。

(3) 通过 AO 进行的抗氰呼吸过程释放的热能更多,说明其呼吸作用过程中释放出的能量以热能形式散失的比例更高,因为存在能量守恒,故抗氰呼吸过程中生成的 ATP 较正常细胞呼吸少。

(4) 由题干“当光照过强,积累的 NADPH 会造成叶绿体损伤,导致光合速率下降”以及题图中的信息可知,交替氧化酶(AO)主导的呼吸途径利于植物抵抗强光的原因是该途径可以消耗更多的 NADH,有利于促进草酰乙酸和苹果酸循环,加速 NADPH 的利用,使 NADPH 更多地转化为 NADP^+ ,从而减少 NADPH 的积累,降低强光对叶绿体的损伤。

(5) 研究者推测,eATP 可能作为信号分子调节植物的光合作用。为探究强光条件下 eATP 对植物光合速率的影响,实验思路为将生长状况相同的若干植物,平均分成两组,分别标记为 A 组和 B 组。将 A 组植物置于强光条件下,同时向其喷施适量的 eATP 溶液;将 B 组植物置于相同的强光条件下,喷施等量的蒸馏水作为对照。在其他条件相同且适宜的环境中培养一段时间后,分别测定两组植物的光合速率。

刷有所得

交替氧化酶(AO)主导的呼吸途径知识总结

(1) 交替氧化酶(AO)的作用:是植物线粒体内膜上的一种酶,参与交替呼吸途径。它能够将电子从泛醌(UQ)直接传递给氧气生成水,而不经细胞色素氧化酶(复合体IV)。

(2) 交替呼吸途径的特点:不依赖于细胞色素氧化酶,因此对氰化物不敏感;电子传递过程中生成的ATP较少,能量更多以热能形式散失;该途径可以缓解电子传递链的过度还原状态,维持细胞代谢平衡。

(3) 生理意义:在逆境(如低温、干旱、病原体侵染等)条件下,交替呼吸途径可以减轻活性氧的积累,保护细胞免受氧化损伤;促进果实成熟和开花过程中的能量代谢调节。

4. (1) ATP 和 ADP、NADPH 和 NADP^+ 维管束鞘细胞的叶绿体中没有基粒或基粒极少 PEP 羧化酶固定 CO_2 的效率远高于 Rubisco (2) 高温、干旱条件下,气孔部分关闭,叶片内 CO_2 浓度低,玉米含有 PEP 羧化酶,可以固定低浓度的 CO_2 正常进行暗反应 (3) 增加 磷酸转运器(TPT)将无机磷酸运入叶绿体的同时能将等量的磷酸丙糖运出叶绿体,磷酸丙糖可转化成蔗糖储存在液泡中

突破点 ▶ 图表分析— C_4 植物的代谢途径

思路分析

C_4 植物叶肉细胞中的叶绿体具有发达的基粒,基粒由类囊体堆叠而成,类囊体薄膜上有光合色素和与光合作用有关的酶,故光反应阶段在叶肉细胞中完成。而维管束鞘细胞的叶绿体中几乎无基粒,暗反应阶段在维管束鞘细胞中完成。

【解析】(1) 光反应能产生 ATP 和 NADPH,供暗反应使用,而暗反应能为光反应提供原料 ADP 和 NADP^+ ,因此,能将光反应阶段与暗反应阶段联系起来的是 ATP 和 ADP、NADPH 和 NADP^+ 之间的相互转化。叶绿体的基粒是光反应阶段的场所,科学家们在对 C_4 植物光合作用的研究过程中,发现在维管束鞘细胞中只能进行光合作用的暗反应,从结构上分析,其原因可能是维管束鞘细胞的叶绿体中没有基粒或基粒极少,无法吸收和转化光能。根据题意可知,叶肉细胞中的 PEP 羧化酶固定 CO_2 的效率远高于 Rubisco,进入该细胞的 CO_2 难以与 Rubisco 结合,则叶肉细胞的叶绿体中不能进行暗反应。

(2) 玉米属于 C_4 植物,高温、干旱条件下,气孔部分关闭,叶片内 CO_2 浓度低,玉米含有 PEP 羧化酶,可以固定低浓度的 CO_2 正常进行暗反应,因此其能适应高温、干旱环境。

(3) 结合题图 2 分析可知,适当增加磷肥的施用量可以增加新鲜玉米的甜度,磷酸转运器(TPT)将无机磷酸运入叶绿体的同时能将等量的磷酸丙糖运出叶绿体,磷酸丙糖可转化成蔗糖储存在液泡中,从而增加甜度。

5. (1) O_2 、ATP、NADPH 叶绿素和类胡萝卜素 (2) ②④ (3) cd (4) 缺水组在 12 点到 14 点左右,叶片气孔部分关闭,胞间 CO_2 浓度较低, O_2 在与 CO_2 竞争 Rubisco 中占优势,光呼吸加强
突破点 ▶ 信息提取—光呼吸

题图解读

据题图 1 分析:①是水的光解,②是 C_5 氧化产生乙醇酸,③是二氧化碳的固定,④是乙醇酸转运出叶绿体,⑤是三碳化合物的还原,⑥是 ATP、NADPH 的合成,⑦是 RuBP 的再生。

【解析】(1) 光反应发生在类囊体薄膜上, 过程有水光解为氧和 H^+ 及 NADPH、ATP 的形成; NADPH 作为活泼的还原剂, 参与暗反应阶段的化学反应, 同时也储存部分能量供暗反应阶段利用, ATP 参与暗反应阶段合成有机物的化学反应, 暗反应发生在叶绿体基质中; 据题干信息可知, 氧气与 Rubisco 结合催化 C_5 的氧化, 故题图 1 中, 由光反应产生且在叶绿体基质被消耗的物质有 NADPH、ATP 和 O_2 ; 叶绿体中的类囊体薄膜上的色素包括叶绿素和类胡萝卜素, 这两类色素均参与将光能转变成化学能的过程。

(2) 由题图解读可知, 完成光呼吸碳氧化的代谢途径包括②④。

(3) 根据题意, Rubisco 是光合作用的关键酶之一, CO_2 和 O_2 竞争性结合 Rubisco, 分别催化 C_5 的羧化与氧化; 要降低光呼吸, 可以通过提高大棚内 CO_2 浓度, 使 CO_2 在竞争 Rubisco 中占优势; 延长光照时间、补充照明均不能提高大棚内 CO_2 浓度, 反而由于植物的光合作用会提高大棚内 O_2 浓度, 而增施有机肥可以通过微生物的分解作用提高大棚内 CO_2 浓度, 喷施光呼吸抑制剂可以抑制光呼吸, 故在大棚种植蔬菜时, 为了降低“光呼吸”作用可采取的措施是 cd。

(4) 相对于对照组, 缺水组在 12:00 到 14:00 左右, 为了减少水分散失, 气孔部分关闭, 胞间 CO_2 浓度较低, 当 CO_2 浓度低而 O_2 浓度高时, O_2 在与 CO_2 竞争 Rubisco 中占优势, 光呼吸加强。

专题 2 细胞呼吸和光合作用的综合应用

刷 难关

1. D 考查点 ▶ 不同温度下的光合作用、细胞呼吸强度分析

【解析】暗处理后 CO_2 浓度的增加量表示呼吸作用强度, 光照后与暗处理前 CO_2 浓度的减少量表示进行了 1 h 光合作用和 2 h 呼吸作用后的变化, 四组温度下, 该植物都表现生长现象, A 正确。该植物细胞呼吸作用和光合作用的最适温度都是 $29^\circ C$ 左右, 因为光合作用强度 = CO_2 浓度的减少量 + $2 \times CO_2$ 浓度的增加量, 在 $29^\circ C$ 时最大; 呼吸作用强度也是在 $29^\circ C$ 时最大, B 正确。光合作用总量, 在 $27^\circ C$ 时为 $60 + 20 + 20 = 100 (\mu mol/h)$, $28^\circ C$ 时为 $60 + 40 + 40 = 140 (\mu mol/h)$, $29^\circ C$ 时为 $60 + 60 + 60 = 180 (\mu mol/h)$, 三个温度下光合作用制造的有机物的量不相等, C 正确。 $30^\circ C$ 时, 光合作用速率大于细胞呼吸速率, 呼吸作用速率为 $20 \mu mol/h$; 光合作用速率为 $20 + 20 + 20 = 60 (\mu mol/h)$, D 错误。

2. ACD 突破点 ▶ 图表分析——一天中光合作用和细胞呼吸的变化分析

【解析】由题图可知, M 点所处时间之前, 30% 遮光条件下的净光合速率低于不遮光条件下的净光合速率, A 错误; 植物叶片表皮是透明的, 表皮细胞中不含叶绿体, 故表皮细胞产生 ATP 的场所所有细胞质基质和线粒体, B 正确; M 点植物体的光合速率等于呼吸速率, 但只有叶肉细胞能进行光合作用, 故叶肉细胞的光合作用消耗的二氧化碳量大于其呼吸作用产生的二氧化碳量, C 错误; 由题图可知, cd 段, 植物一直在进行光合作用, 有机物一直在积累, 故该植物 d 点有机物含量多于 c 点, D 错误。

3. C 突破点 ▶ 实验探究——探究 OsNAC 基因对光合作用的影响

【解析】与 WT 组相比, KO 组的设置采用了自变量控制中的减法原理, OE 组采用了加法原理, A 错误; OE 组比 KO 组叶绿素含量更高, 相同光照条件下, 单位时间内光反应产生的 ATP 和 NADPH 更多, C_3 的还原更快, C_3 的消耗量更大, B 错误; 由题图

可知,OE 组旗叶中蔗糖转运蛋白基因的表达量较高,可以及时将较多的光合产物(蔗糖)向外运出,减少光合产物的堆积,从而促进旗叶的光合作用,故若抑制蔗糖转运蛋白基因的表达,会导致植物光合作用速率下降,C 正确;*OsNAC* 基因过量表达的 OE 组,叶绿素含量较高,增加了对光能的吸收、传递和转换的能力,光反应增强,促进旗叶光合作用,但根据题中信息无法得出其会降低细胞呼吸消耗的光合作用产物的量,D 错误。

4. (1) 叶绿素、酶、ATP(或 ADP)、 NADP^+ (或 NADPH)、磷脂等 防止偶然因素对实验结果产生影响,减小实验误差 (2) 碳酸钙(CaCO_3)、二氧化硅(SiO_2) (3) 与不施氮肥相比,在一定浓度范围内施氮肥会使羊草的叶绿素总量增加、气孔导度和胞间 CO_2 浓度提高 (4) 不是 与对照组相比,施氮 300 kg/hm^2 组土壤溶液浓度较高,影响植物细胞吸水,植物缺水状态下,为减少水分蒸腾,气孔导度下降,影响了 CO_2 的吸收,从而使胞间 CO_2 浓度较低 150 该施氮条件下,根冠比最低且总生物量较高,地上生物量最高,牧草产量高

考查点 ▶ 光合作用和细胞呼吸的综合分析

【解析】(1) 羊草吸收的氮元素可用于合成含氮的化合物,如叶绿素、酶、ATP(或 ADP)、 NADP^+ (或 NADPH)、磷脂等,这几类化合物均参与光合作用。实验设计重复组的目的是防止偶然因素对实验结果产生影响,以减小实验误差。

(2) 用无水乙醇提取叶绿素时,为使叶绿素提取充分,需要加入二氧化硅(SiO_2)和碳酸钙(CaCO_3),其中二氧化硅(SiO_2)有助于研磨充分,碳酸钙(CaCO_3)防止研磨中色素被破坏。

(3) 氮元素是叶绿素的组成元素之一。由题表中数据可知,一定浓度范围内施氮肥能够增加羊草中的叶绿素总量,且可提高其气孔导度,进而提高胞间 CO_2 浓度,从而提高羊草的净光合速率。

(4) 由题表中数据可知,与不施氮肥(0 kg/hm^2)组相比,氮素处理水平为 300 kg/hm^2 组的叶绿素总量高,但其净光合速率低,说明其净光合速率的变化不是由叶绿素含量变化引起。与对照组相比,施氮 300 kg/hm^2 组土壤溶液浓度较高,影响植物细胞吸水,植物缺水状态下,为减少水分蒸腾,气孔导度下降,影响了 CO_2 的吸收,从而使胞间 CO_2 浓度较低。地上部分的生物量是衡量羊草产量的关键指标,在 150 kg/hm^2 施氮条件下,根冠比最低且总生物量较高,地上生物量最高,牧草产量高,因此将氮肥控制在 150 kg/hm^2 最合适。

5. (1) 4 种光合色素在层析液中的溶解度不同 胡萝卜素 光能→电能→化学能 (2) 大于 (3) a. 强光下,玉米叶肉细胞比小麦叶肉细胞含有更多的 CLH 和 F 蛋白,二者结合后能及时将被破坏的 D1 蛋白降解,使 PS II 更快得以修复 b. ①Ⅲ ②Ⅷ ③Ⅲ ④Ⅵ

突破点 ▶ 实验探究—光合作用相关实验

【解析】(1) 纸层析法分离光合色素所依据的原理是 4 种光合色素在层析液中的溶解度不同,溶解度越高,随层析液在滤纸上扩散得越快,其中胡萝卜素在层析液中溶解度最高,离滤液细线最远。叶绿素 a 在光能激发下失去电子,并最终从水中获取电子使水分解产生氧气,电子在类囊体膜上形成电子流,并由电子流驱动生成 NADPH 和 ATP,据此可知在光反应过程中,能量类型的转换过程是光能→电能→(ATP 和 NADPH 中的活跃的)化学能。

(2) 结合题表 1 信息分析,在题图中的 d 光照强度下,玉米叶的

氧气释放速率大于小麦叶的氧气释放速率,说明玉米叶的净光合速率大于小麦叶的净光合速率,由题图可知,在 d 光照强度下,玉米叶的总光合速率与呼吸速率的比值=小麦叶的总光合速率与呼吸速率的比值,已知总光合速率=净光合速率+呼吸速率,

$$\frac{\text{玉米叶的净光合速率} + \text{玉米叶的呼吸速率}}{\text{玉米叶的呼吸速率}} = \frac{\text{小麦叶的净光合速率} + \text{小麦叶的呼吸速率}}{\text{小麦叶的呼吸速率}}, \quad \text{即}$$

$\frac{\text{玉米叶的净光合速率}}{\text{玉米叶的呼吸速率}} = \frac{\text{小麦叶的净光合速率}}{\text{小麦叶的呼吸速率}}$,而玉米叶的净光合速率大于小麦叶的净光合速率,说明玉米叶的呼吸速率也大于小麦叶的呼吸速率,故玉米叶的总光合速率大于小麦叶的总光合速率。

(3) a. 在强光下,玉米叶中的 D1 蛋白含量高于小麦叶,由题意可知,叶绿素 a 通常与 D1 蛋白等物质结合,构成光合复合体 PS II,光合复合体 PS II 可使水发生光解产生氧气,且由题表 1 及题意可知,玉米叶肉细胞比小麦叶肉细胞含有更多的 CLH 和 F 蛋白,二者结合后能及时将被破坏的 D1 蛋白降解,使 PS II 更快得以修复。b. D1 蛋白极易受到强光破坏,被破坏的 D1 蛋白降解后会空出相应的位置,新合成的 D1 蛋白才能占据相应位置,使 PS II 得以修复。已知 CLH 参与 PS II 的修复,科研人员通过分析推测 CLH 与 F 蛋白结合后才能催化被破坏的 D1 蛋白的降解。实验设计要遵循单一变量原则及对照原则,结合题干可知,第 1 组为对照组,实验材料为 WT(野生型)植株的叶肉细胞提取物,第 2 组的实验材料应为 F 蛋白和 CLH 均缺失的突变植株的叶肉细胞提取物,第 3 组的实验材料也应为 F 蛋白和 CLH 均缺失的突变植株的叶肉细胞提取物;第 1 组未加入添加物,实验结果为 D1 蛋白含量未下降,第 2 组与第 1 组对照,添加物为只添加 CLH,实验结果应为 D1 蛋白含量未下降,第 3 组与第 2 组对照,则添加物应为 CLH 和 F 蛋白,实验结果为 D1 蛋白含量下降。

全章综合提升

刷素养

1. ABD 突破点 ▶ 图表分析—主动运输与协助扩散

【解析】图 1 中 H^+ 从细胞膜内侧到细胞膜外侧是从低浓度向高浓度运输,属于主动运输,A 错误。图 1 所示的生理过程需要 ATP 合成酶的参与,图 2 所示的生理过程需要 ATP 水解酶的参与,B 错误。由图 2 可知,一种转运蛋白可转运多种物质(如图 2 中 H^+ 和蔗糖同向转运蛋白),一种物质可以由多种转运蛋白转运(如 H^+ 可以由两种转运蛋白转运),C 正确。图 2 中 H^+ 出细胞需要载体蛋白的协助,且需要消耗 ATP,为主动运输;由题意可知,蔗糖进细胞需要借助 H^+ 的浓度差,是主动运输,D 错误。

2. BC 考查点 ▶ 无氧呼吸过程

【解析】由图 1 可知,乙醛和 NADH 在 ADH 的催化下可以生成乙醇和 NAD^+ ,丙酮酸和 NADH 在 LDH 的催化下可以生成乳酸和 NAD^+ ,故酒精发酵和乳酸发酵都需要消耗细胞呼吸第一阶段产生的 NADH,A 正确。酒精发酵和乳酸发酵时,丙酮酸中的能量大部分留在酒精或乳酸中,B 错误。由图 2 可知,水淹组 ADH 和 LDH 的活性均高于对照组,但 ADH 活性的增加量远远大于 LDH,所以淹水胁迫时,该植物根细胞以酒精发酵途径为主,C 错误。淹水胁迫时,该植物根细胞酒精发酵和乳酸发酵均增强,以酒精发酵途径为主,利于避免单一有害代谢产物的

积累,该植物根细胞呼吸方式的变化是植物对水淹环境的积极适应,D 正确。

3. (1) PEP 羧化酶和 RuBP 羧化酶 PEP (2) C_3 植物(或 C_3) C_4 植物(或 C_4) (3) 胞间连丝 PEP 羧化酶对 CO_2 的亲合力远大于 RuBP 羧化酶,使暗反应因缺少 CO_2 而无法进行(或 PEP 羧化酶对 CO_2 亲和力高, CO_2 用于合成 C_4) (4) C_4 循环使维管束鞘细胞内有高浓度 CO_2 ,促进了光合作用,增加了有机物的合成;高浓度 CO_2 抑制了光呼吸,减少了有机物的消耗

突破点 ▶ 图表分析— C_4 植物的光合作用

【解析】(1) 由题意可知,PEP 在 PEP 羧化酶的作用下固定 CO_2 ,PEP 羧化酶对 CO_2 的高亲和力,可将周围较低浓度的 CO_2 高效运往维管束鞘细胞形成高浓度 CO_2 ,在 RuBP 羧化酶作用下合成有机物,故 C_4 植物中固定 CO_2 的酶是 PEP 羧化酶和 RuBP 羧化酶;由题图可知,最初固定 CO_2 的物质是 PEP。

(2) 与 C_3 植物相比, C_4 植物叶肉细胞中固定 CO_2 的酶与 CO_2 的亲和力更强,能利用更低浓度的 CO_2 ,因此 C_4 植物的 CO_2 补偿点比 C_3 植物低,当干旱时气孔部分关闭,对光合速率影响较小的是 C_4 植物。

(3) 高等植物细胞之间通过胞间连丝相互连接,也有信息交流的作用。 C_4 植物叶肉细胞不发生暗反应的原因是:PEP 羧化酶对 CO_2 的亲合力远大于 RuBP 羧化酶,叶肉细胞固定的 CO_2 生成 C_4 ,使暗反应因缺少二氧化碳而无法进行。

(4) C_4 植物干物质积累量近乎是 C_3 植物的两倍,据题意推测原因是 C_4 循环使维管束鞘细胞内有高浓度二氧化碳,促进了光合作用,增加了有机物的合成;高浓度二氧化碳抑制了光呼吸,减少了有机物的消耗。

刷真题

1. C 命题点 ▶ 物质跨膜运输方式

【解析】 Na^+ 在液泡中积累,可提高细胞液的渗透压,有利于酵母细胞吸水,A 正确;液泡膜上的蛋白 N 可将 Na^+ 以主动运输的方式转运到液泡中,由此可知蛋白 N 为载体蛋白,载体蛋白只容许与自身结合部位相适应的分子或离子通过,而且每次转运时都会发生自身构象的改变,B 正确;在 NaCl 浓度稳定在 100 mmol/L 的液体培养基中培养酵母菌,酵母菌细胞膜上的蛋白 W 可将 Na^+ 排出细胞,使细胞质基质中 Na^+ 浓度不超过 30 mmol/L,由此可知,蛋白 W 逆浓度梯度将 Na^+ 排出细胞,属于主动运输,需要消耗能量,C 错误; Na^+ 通过离子通道进入细胞时,不需要与通道蛋白结合,D 正确。

2. D 命题点 ▶ 物质跨膜运输

【解析】由题图可知,MPC 同时转运丙酮酸根、 H^+ 进入线粒体基质,MPC 功能减弱会使丙酮酸进入线粒体基质的数量减少,丙酮酸在细胞质基质中参与无氧呼吸,导致乳酸积累,A 正确;由题图可知,丙酮酸根、 H^+ 共同与 MPC 结合使后者构象改变,实现转运,B 正确;MPC 存在两个特定部位分别与丙酮酸根和 H^+ 结合,且 H^+ 从低 pH 的线粒体内外膜间隙到高 pH 的线粒体基质一侧是顺浓度的,运输方式为协助扩散,该过程为丙酮酸根的同向运输提供了能量,故线粒体内外膜间隙 pH 变化通过直接影响 H^+ 的运输来影响丙酮酸根转运速率,C 正确;题图中丙酮酸根的运输方式为主动运输,其转运速率和线粒体内膜两侧的浓度差不会正相关(常考点:进行主动运输的物质,其运输速率与膜两侧浓度差没有明显关系,浓度差会影响协助扩散与自由扩散的速率),D 错误。

3. D 命题点 物质的跨膜运输、细胞代谢

【解析】载体蛋白只容许与自身结合部位相适应的分子或离子通过,说明 ATP、ADP 和 P_i 通过 NTT 时,需要与载体蛋白 NTT 结合,A 错误;NTT 转运 ATP、ADP 和 P_i 是顺浓度梯度运输,不消耗能量,该运输方式符合协助扩散的特点(常考点:协助扩散的特点有①顺浓度梯度转运;②需要转运蛋白;③不消耗能量),B 错误;图中进入叶绿体基质的 ATP 可以由线粒体产生,也可以由在细胞质基质发生的细胞呼吸第一阶段产生,C 错误;光照充足时,光合色素吸收光能,促使叶绿体内的 ADP 和 P_i 反应形成 ATP,通过 NTT 运出的 ADP 数量会减少甚至停止,D 正确。

4. B 命题点 细胞的吸水和失水

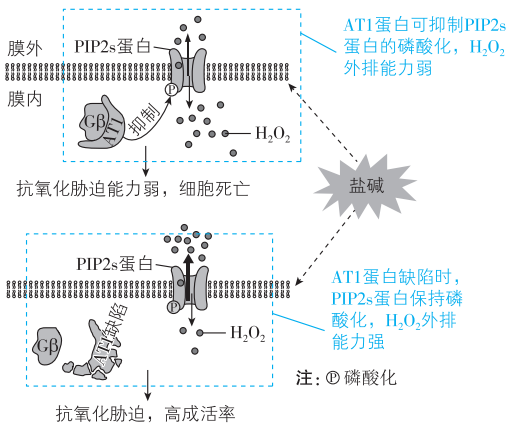
【解析】细胞失水过程中,细胞液浓度增大,A 正确;由题意可知,在干旱环境下,内部薄壁细胞的单糖合成多糖的速率比外层细胞快,当单糖合成多糖时,由于溶质颗粒数降低,细胞的渗透压会减小,故外层细胞的细胞液浓度比内部薄壁细胞的高,B 错误;失水比例相同的情况下,由于内部薄壁细胞的细胞壁伸缩性更大,所以发生质壁分离的程度会更小,即外层细胞更易发生质壁分离,C 正确;干旱环境下内部薄壁细胞合成多糖的速率更快,渗透压相对较小,则水分会由薄壁细胞流向外层细胞,从而缓解干旱环境引起的缺水,有利于外层细胞的光合作用,D 正确。

刷有所得 质壁分离的外因和内因

- (1) 外因:外界溶液浓度大于细胞液浓度;
- (2) 内因:原生质层的伸缩性大于细胞壁的伸缩性,当细胞失水时,细胞壁几乎不变,但是原生质层会收缩,从而与细胞壁分离。

5. B 命题点 物质跨膜运输和植物抗性之间的关系

题图解读



【解析】由“题图解读”可知,PIP2s 蛋白保持高磷酸化,是其提高 H_2O_2 外排能力所必需的,A 正确;PIP2s 蛋白的磷酸化被抑制时,也会抑制 H_2O_2 外排,植物的抗氧化胁迫能力弱,细胞死亡,B 错误;敲除 *AT1* 基因或降低其表达导致 AT1 缺陷,PIP2s 蛋白保持高磷酸化, H_2O_2 外排能力强,可提高禾本科农作物的耐盐碱能力,C 正确;基因工程是指按照人们的愿望,通过转基因等技术,赋予生物新的遗传特性,创造出更符合人们需要的新的生物类型和生物产品,可以从特殊物种中发掘逆境胁迫相关基因,通过基因工程技术改良农作物的抗逆性,D 正确。

6. B 命题点 酶的本质与作用

【解析】耐高温的 DNA 聚合酶的化学本质是蛋白质,基本单位是氨基酸,A 错误;酶既可以在细胞内发挥作用,也可以在细胞外发挥作用,B 正确;DNA 复制时需要模板、能量、原料和酶,而酶发挥作用

需要适宜的温度和 pH, 因此只有模板 DNA 和脱氧核苷酸存在时并不一定能催化反应, C 错误; 高温会破坏酶的空间结构使酶失活, 低温条件下酶的活性受到抑制, 但空间结构稳定, 因此酶适宜在低温条件下保存, D 错误。

易错警示

过酸、过碱、高温等都会破坏酶的空间结构, 使酶永久失活, 而低温时酶活性很低, 但酶的空间结构稳定, 在适宜的温度下酶活性会升高。

7. C 命题点 ▶ 酶的特性

【解析】由实验目的和实验设计的单一变量原则可知, 甲和丙组底物不同, 则加入的酶应相同, 即丙组步骤②应加入 2 mL 淀粉酶溶液, A 错误; 第二次水浴加热的目的是促进还原糖与加入的斐林试剂的氧化还原反应高效进行, 并均匀受热保证实验安全和现象清晰, B 错误; 乙组加入 2 mL 淀粉溶液和 2 mL 蒸馏水, 可通过观察乙组是否出现砖红色沉淀判断淀粉中是否含还原糖, C 正确; 丙组加入的淀粉酶无法催化蔗糖水解, 蔗糖为非还原糖, 丙组不会出现砖红色沉淀, D 错误。

8. D 命题点 ▶ 酶的特性、有氧呼吸的过程

【解析】酶的专一性是指每一种酶只能催化一种或一类化学反应, 酶的专一性取决于酶本身的特性, 不受其他物质影响, A 错误; 有氧呼吸第一阶段的场所为细胞质基质, 而线粒体脱氢酶在线粒体中, B 错误; 酶的作用条件较温和, 线粒体脱氢酶的活性受温度和 pH 影响, 因此该实验需要控制反应温度和 pH, C 错误; 若 M 促进肝细胞增殖能力越强, 则肝细胞(活细胞)数目越多, 线粒体脱氢酶催化形成的产物越多, 使试剂盒中越多无色的 WST-8 被还原成橙黄色甲臞, 进而反应液颜色越深, D 正确。

9. D 命题点 ▶ 细胞呼吸的原理

【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 Δ sqr 的有氧呼吸减弱, B 正确; 有氧条件下, WT 的有氧呼吸比 Δ sqr 的强, 能产生更多的能量, 故 WT 比 Δ sqr 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 Δ sqr 只进行无氧呼吸产生 ATP, 两者产生 ATP 的量相同, D 错误。

10. B 命题点 ▶ 细胞有氧呼吸和无氧呼吸的过程

【解析】有氧呼吸第一阶段的物质变化为葡萄糖分解为丙酮酸和 NADH(不需要氧的参与), 第二阶段丙酮酸和 H_2O 反应产生 CO_2 和 NADH(不需要氧直接参与), 第三阶段 NADH 和 O_2 反应生成 H_2O , A 错误, B 正确; 无氧呼吸第一阶段和有氧呼吸第一阶段完全相同, 无氧呼吸第二阶段的物质变化是丙酮酸和 NADH 反应产生乳酸或者酒精和 CO_2 , 无氧呼吸只在第一阶段释放出少量的能量, 因此在无氧呼吸过程中葡萄糖分子中的大部分能量储存在酒精或乳酸中, C、D 错误。

11. ACD 命题点 ▶ 细胞呼吸的过程

【解析】细胞呼吸的第一阶段在细胞质基质中进行, 该阶段会产生 $[H]$ (常考点: 细胞呼吸中 $[H]$ 的来源与去向), 在细胞进行有氧呼吸时可进入线粒体中参与有氧呼吸的第三阶段, 所以线粒体中的 $[H]$ 可来自细胞质基质, A 正确; 由题意可知, T 蛋白有利于有氧呼吸的进行, 而突变体缺失 T 基因, 结合题图可知, 突变体的丙酮酸相对含量比野生型高, 其有氧呼吸的第二阶段可能减弱, B 错误; T 蛋白缺失还会造成线粒体内膜受损, 所以突变体线粒体内膜上的呼吸作用阶段受阻, C 正确; 突变体有

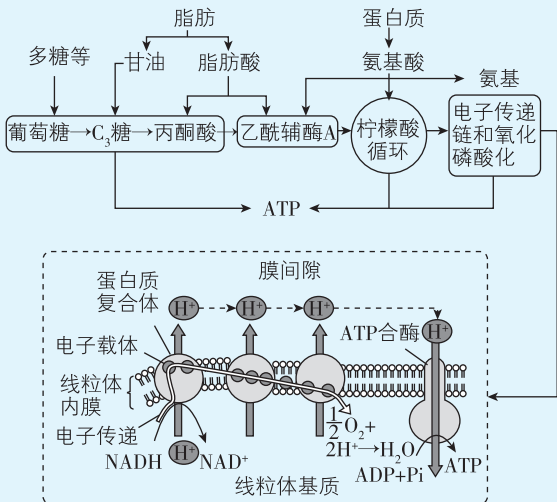
氧呼吸的第三阶段受阻,使有氧呼吸强度减弱,而无氧呼吸产生的乳酸增多,说明其无氧呼吸增强,D 正确。

12. D 命题点 ▶ 细胞呼吸的过程

【解析】图中三羧酸循环的代谢反应主要是发生在线粒体基质的有氧呼吸第二阶段,没有直接消耗氧气,A 错误;图中草酰乙酸和乙酰辅酶 A 均是由丙酮酸分解产生的,丙酮酸的分解在线粒体基质中进行,B 错误;根据题意可知,增加 PC 酶的活性会增加琥珀酸的释放,最终可增强细胞毒性 T 细胞的杀伤能力,而肿瘤细胞无氧呼吸会增加细胞中乳酸含量,环境中存在乳酸时 PC 酶的活性会被抑制,从而减弱细胞毒性 T 细胞的杀伤能力,C 错误;葡萄糖有氧呼吸的第一阶段也会产生 $[H]$,题图中有 4 步产生 $[H]$,故葡萄糖有氧呼吸的所有代谢反应中至少有 5 步会生成 $[H]$,D 正确。

刷有所得

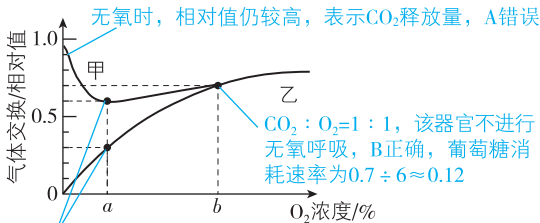
细胞的有氧呼吸是一个复杂的氧化还原反应,可以概括为糖酵解、三羧酸循环(柠檬酸循环)和氧化磷酸化三个阶段。其中三羧酸循环的起始物乙酰辅酶 A 可来自糖酵解产生的丙酮酸、组成脂肪的脂肪酸以及某些氨基酸的代谢产物,乙酰辅酶 A 在有氧条件下通过三羧酸循环彻底氧化分解产生大量的 $NADH([H])$,并形成 CO_2 等物质。相关步骤如图:



13. BC 命题点 ▶ 细胞呼吸

题图解读

根据有氧呼吸和无氧呼吸的反应式可知,有氧呼吸 $C_6H_{12}O_6 : O_2 : CO_2 = 1 : 6 : 6$,无氧呼吸中 $C_6H_{12}O_6 : CO_2 = 1 : 2$ 。



$CO_2 : O_2 = 2 : 1$,葡萄糖消耗速率为 $0.3 \div 6 + 0.3 \div 2 = 0.2$,显然 a 浓度下葡萄糖消耗速率不是最小,该浓度不是最适合保存该器官的 O_2 浓度, D 错误

【解析】 O_2 浓度由 0 到 b 过程中,无氧呼吸逐渐减弱,有氧呼吸逐渐增强,所以有氧呼吸消耗葡萄糖速率逐渐增加,C 正确。

14. ABD 命题点 ▶ 细胞呼吸

【解析】种皮会限制 O_2 进入种子,突破前种子的有氧呼吸强度会随着种子内 O_2 浓度下降而下降,p 点后子叶耗氧量开始明显上升,说明

p 点为种皮被突破的时间点,Ⅱ阶段种子内的 O_2 浓度限制了有氧呼吸,A、B 正确;Ⅲ阶段为种皮刚被突破,氧气吸收量大幅上涨,有氧呼吸速率提高,无氧呼吸速率下降,C 错误;q 处子叶耗氧量和乙醇脱氢酶对应的被氧化的 NADH 相对值相同,有氧呼吸每消耗 $1 \text{ mol } O_2$,对应细胞呼吸第一阶段产生 $\frac{1}{2} \text{ mol NADH}$,对应消耗 $\frac{1}{6} \text{ mol 葡萄糖}$,而无氧呼吸第一阶段产生 $\frac{1}{2} \text{ mol NADH}$ 时,对应消耗 $\frac{1}{4} \text{ mol 葡萄糖}$, $\frac{1}{4} > \frac{1}{6}$,故此处无氧呼吸比有氧呼吸分解的葡萄糖多,D 正确。

15. (1) 增强 与野生型相比,低氧条件下 *NtPIP* 基因过量表达株根细胞的氧浓度高,呼吸速率高 [H] (或 NADH)

(2) H 可以转化成 A,形成循环的通路(答案合理即可)

(3) *NtPIP* 基因过量表达株细胞间的 CO_2 浓度高,提高了暗反应速率;产生的能量多,有利于根细胞吸收 N、Mg 等用于合成叶绿素,提高植物的光反应速率

(4) $NADP^+ + H_2O$

命题点 有氧呼吸的过程、细胞呼吸的应用、光合作用过程

【解析】(1) 分析题图 1 可知,正常供氧(AT)条件下,野生型(WT)和 *NtPIP* 基因过量表达株(OE)根细胞氧浓度相同,且呼吸速率基本相同,说明 *NtPIP* 基因过量表达对植物在正常供氧(AT)条件下的呼吸速率基本没有影响;而在低氧(HT)条件下,*NtPIP* 基因过量表达株(OE)根细胞的氧浓度明显高于野生型(WT),且呼吸速率也明显高于野生型(WT),说明低氧胁迫下,*NtPIP* 基因过量表达会促进植物根细胞吸收氧气并提高有氧呼吸速率。有氧呼吸第二阶段是丙酮酸和水彻底分解为 CO_2 和 [H] (或 NADH) 并释放少量能量的过程(常考点:有氧呼吸三个阶段的反应式及场所),故丙酮酸中的化学能大部分被转化为 [H] (或 NADH) 中储存的能量。

(2) 根据题意和题图 2 可知,丙二酸能阻遏 E 转化为 F,故在添加丙二酸的组织悬浮液中加入分子 A、B 或 C 会导致 E 增多并累积;而加入 F、G 或 H 时,E 同样也累积,说明 H 与 A 之间可能存在通路,如 H 可以转化为 A,再由 A 经一系列转化形成 E,进而导致 E 累积。

(3) 低氧条件下,*NtPIP* 基因过量表达株根细胞呼吸速率显著大于野生型,一方面提高了细胞间的 CO_2 浓度,提高了暗反应速率;另一方面,产生的能量多,有利于根细胞吸收 N、Mg 等用于合成叶绿素,从而提高植物的光反应速率。

(4) 光合作用过程中,光合色素吸收了光能后将水分解为氧和 H^+ ,同时产生电子,电子经传递可用于 $NADP^+$ 与 H^+ 反应生成 NADPH。故电子的最终供体是 H_2O ,电子的最终受体是 $NADP^+$ (常考点:光合作用中,电子的最终供体是水,电子的最终受体是 $NADP^+$;NADPH 的作用是提供能量并作为还原剂)。

16. B **命题点** 绿叶中色素的提取和分离

【解析】提取色素用的是新鲜的绿叶,若进行烘干处理会破坏其中的叶绿素,B 错误。

17. C **命题点** 光照强度对光合作用影响的实验分析

【解析】叶片上的叶脉与叶肉组织相差较大,叶圆片作为实验对象,其大小、组织结构为无关变量,应尽可能保证相同且适宜,所以用打孔器打出叶圆片时,应该避开大叶脉,A 正确;调节 LED 灯光源与盛有叶圆片烧杯之间的距离,是通过调节光照强度控制自变量,来进行对比实验,B 正确;化学传感器监测光照时 O_2 浓度变化,可计算出净光合作用强度,但不清楚叶圆片的

呼吸作用强度(**关键点: 真光合作用强度=呼吸作用强度+净光合作用强度**), 所以无法计算出实际光合作用强度, C 错误; 若实验是通过调节光源与烧杯之间的距离控制光照强度, 由于烧杯本身具有一定的宽度, 会使同一烧杯中不同叶圆片接受的光照强度不同, 相同时间产生的 O_2 量不同, 导致同一烧杯中不同叶圆片浮起的快慢不同, D 正确。

18. ACD **命题点** ▶ 光合作用的过程

【解析】单细胞藻叶绿体类囊体薄膜上进行水的光解产生 O_2 , 同时产生的电子和 H^+ 用于 NADPH 的合成, 在叶绿体基质中蛋白 F 利用 H^+ 和 NADPH 生成 H_2 , 产生 O_2 与产生 H_2 的过程既有联系又相对独立, 两者可以同时进行, A 错误。根据题干和题图可知, 混合均匀后的致密菌—藻体比松散菌—藻体产生的 H_2 多, 故推测菌—藻体的致密程度可影响 H_2 生成量, B 正确。题干指出单细胞藻叶绿体基质中的蛋白 F 可利用 H^+ 和光合作用产生的 NADPH 生成 H_2 , 故 H_2 产生的场所是叶绿体基质, C 错误。培养至 72 h, 致密菌—藻体产生的 H_2 含量明显高于松散菌—藻体, 说明致密菌—藻体消耗了较多的光反应产物 NADPH 用于生成 H_2 。已知任意时刻 2 体系之间的光反应速率无差异, 故致密菌—藻体用于暗反应产生有机物的 NADPH 会减少, 即暗反应产生的有机物少于松散菌—藻体, D 错误。

19. (1) 叶绿体 缓冲

(2) 无水乙醇 600

(3) H^+ 、NADPH、ATP

(4) 变强 转运 H^+

(5) 暗反应相关的酶、 C_5 、 CO_2 、ATP、NADPH 等

命题点 ▶ 类囊体的结构、光合作用的过程

【解析】(1) 类囊体位于叶绿体中, 故细胞破碎后, 还需要在低渗溶液中涨破叶绿体膜, 获得类囊体, 为保持其活性, 需加入缓冲溶液重新悬浮, 并保存备用。

(2) 根据叶绿素能溶于无水乙醇等有机溶剂的特点, 可将 $5\ \mu\text{L}$ 类囊体悬液溶于 $995\ \mu\text{L}$ 的无水乙醇溶液中。由于 $1\ \text{mL} = 1000\ \mu\text{L}$, 所以 $5\ \mu\text{L}$ 的类囊体悬液中含有叶绿素 $3\ \mu\text{g}/\text{mL} \times 1\ \text{mL} = 3\ \mu\text{g}$, 则 $1\ \mu\text{L}$ 的类囊体悬液中含有叶绿素 $3\ \mu\text{g} \div 5 = 0.6\ \mu\text{g}$, 类囊体的浓度为 $0.6\ \mu\text{g}/\mu\text{L} = 600\ \mu\text{g}/\text{mL}$ (**易错点: 注意 mL 和 μL 之间的单位换算**)。

(3) 类囊体膜是光合作用中光反应的场所, 类囊体薄膜上可发生水的光解, 产生 H^+ 、释放氧气、合成 NADPH 和 ATP, 其中 H^+ 、NADPH、ATP 可能对后续实验产生影响。

(4) 在适宜光照下, 类囊体膜上的光合色素吸收光能以后, 产生高能电子, 驱动类囊体膜上的质子泵将人工细胞质中的 H^+ 运进类囊体腔, 人工细胞质中 pH 增大, 荧光强度变强, 可说明类囊体膜具有转运 H^+ 的功能。

(5) 在光反应研究的基础上, 利用人工细胞开展类似碳反应 (即暗反应) 生成糖类的实验研究, 理论上还需要提供暗反应所需的多种酶以及 C_5 、 CO_2 、ATP、NADPH 等物质。

20. (1) 基质 ATP 和 NADPH

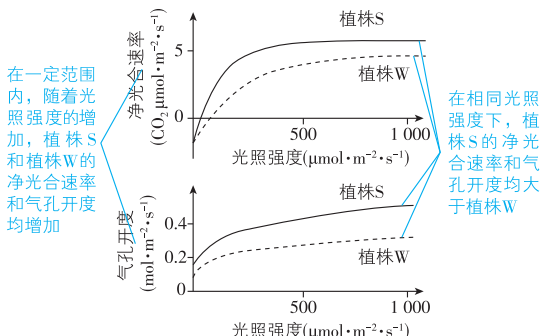
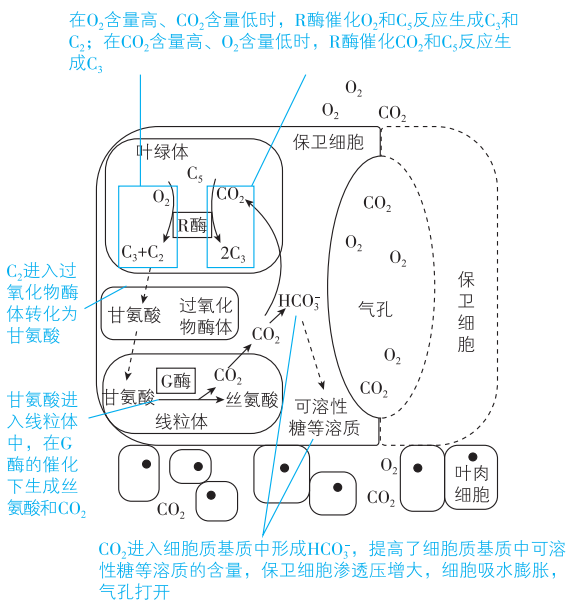
(2) 植株 S 保卫细胞中 G 酶表达量提高, 使更多甘氨酸转化为丝氨酸和 CO_2 , 从而使保卫细胞细胞质中 HCO_3^- 和可溶性糖等溶质增加, 渗透压增大, 细胞吸水, 气孔开度增大, CO_2 吸收量增加, 净光合速率增大

(3) 减小 小

(4) 构建 G 酶表达量减少的植株 (或敲除 G 酶基因或用 G 酶抑制剂处理), 其他条件与对照组 (植株 W) 相同, 培养一段时间后检测两组叶片净光合速率; 预期结果为实验组净光合速率低于对照组

命题点 植物光合作用的原理、影响植物光合作用的因素、实验设计

题图解读



【解析】(1) 光合作用暗反应的场所是叶绿体基质，物质变化主要包括 CO_2 的固定和 C_3 的还原，故 R 酶催化 CO_2 固定的场所是叶绿体基质，暗反应中 C_3 转化成糖类的过程需要光反应生成的 ATP 和 NADPH 的参与。

(2) 由图(a)可知，植株 S 保卫细胞中 G 酶表达量提高，可促进保卫细胞中 HCO_3^- 和可溶性糖等溶质含量增加，细胞渗透压增大，保卫细胞吸水膨胀，气孔开度增大。由图(b)可知，相同光照条件下，植株 S 的气孔开度大于植株 W， CO_2 供应充足，有利于光合作用的进行，提高净光合速率。

(3) 保持环境中 CO_2 浓度不变，当 O_2 浓度从 21% 升高到 40% 时，有利于 R 酶催化 C_5 与 O_2 反应，不利于暗反应进行，植物光合作用受到抑制，故植株 S 的净光合速率会减小。与植株 W 相比，植株 S 保卫细胞中 G 酶的表达量高，有利于 CO_2 的生成(甘氨酸→丝氨酸+ CO_2)和吸收(气孔开度更大)， CO_2 是光合作用的原料，故环境中 CO_2 浓度不变， O_2 浓度提高时，植株 S 的净光合速率变化幅度小。

(4) 本实验的目的是确认保卫细胞中 G 酶对叶片净光合速率的影响，由此可知自变量是 G 酶的有无或多少，因变量是叶片净光合速率的大小，实验思路及预期结果见答案。

类囊体膜蛋白稳定性高,叶绿素降解慢

(2) 高 突变体气孔导度大,胞间 CO_2 浓度低,固定 CO_2 能力强

(3) 突变体的蔗糖转化酶活性高,有更多的蔗糖被分解成单糖,运输到籽粒中的蔗糖减少

命题点 ▶ 光合作用及植物生命活动的调节

【解析】(1) 光合作用可以分为光反应和暗反应两个阶段,光反应场所为叶绿体类囊体薄膜,产物有氧气、NADPH 和 ATP,其中 NADPH 和 ATP 参与暗反应中三碳化合物的还原过程。细胞分裂素主要的生理作用是促进细胞分裂,促进芽的分化、侧枝发育、叶绿素合成。据图分析,野生型和突变体的未处理组类囊体膜蛋白稳定性最高,施加 Lov 组最低,施加 Lov 和 KT 组有所回升但仍小于未处理时,说明细胞分裂素可提高类囊体膜蛋白稳定性,类囊体膜蛋白越稳定越有利于维持叶绿素含量的相对稳定,且突变体各处理组的类囊体膜蛋白稳定性均高于对应野生型处理组,推测突变体细胞分裂素合成比野生型多,因此开花后突变体叶片变黄的速度慢。

(2) 由题意可知,与野生型相比,突变体呼吸代谢没有发生变化。据表分析,突变体开花 14 天后胞间 CO_2 浓度低于野生型,但气孔导度高于野生型,因此突变体暗反应较强。光合速率达到最大时光反应速率需大于或等于暗反应速率,因此,暗反应越强烈对光反应的需求越高,即对光照强度的需求越高,而光饱和点是光合速率达到最大时的最低光照强度,故与野生型相比,14 天后突变体的光饱和点高。

(3) 叶片的光合产物主要以蔗糖的形式运输到植物各处,而蔗糖转化酶可以催化蔗糖分解为单糖。突变体蔗糖转化酶活性较野生型高,蔗糖更多地被分解为单糖,而不是用于合成淀粉,故突变体籽粒淀粉含量低。

22. (1) 磷脂双分子层 基粒

(2) H_2O 丙酮酸、 $[\text{H}]$ O_2 、 CO_2

(3) 途径①以电能的方式耗散光能,途径②以热能的方式耗散光能

命题点 ▶ 细胞代谢

【解析】(1) 叶绿体膜属于生物膜,其基本支架是磷脂双分子层。叶绿体中含有许多由类囊体堆叠而成的基粒,扩展了受光面积。

(2) 据题图可知, H_2O 光解产生电子,电子的受体为 NADP^+ ,因此生成 NADPH 所需的电子源自于 H_2O 。用含 $^3\text{H}_2\text{O}$ 的溶液培养该绿藻一段时间后, ^3H 会通过光合作用进入产物葡萄糖中,使葡萄糖被 ^3H 标记,以该葡萄糖为原料进行有氧呼吸时,经有氧呼吸第一阶段产生的丙酮酸和 $[\text{H}]$ 均会被 ^3H 标记,丙酮酸进入线粒体基质进行有氧呼吸第二阶段时分解产生 $[\text{H}]$,故在线粒体基质中被 ^3H 标记的物质有 H_2O 、丙酮酸和 $[\text{H}]$ 。将离心收集的绿藻重新放入含有 H_2^{18}O 的培养液中,在适宜的光照条件

下继续培养,绿藻中的 H_2^{18}O 经过光合作用产生了 $^{18}\text{O}_2$; 而 $^{18}\text{O}_2$ 中的 ^{18}O 可通过有氧呼吸第三阶段进入 H_2O 中,再通过有氧呼吸第二阶段可进入 CO_2 中,故绿藻产生的带 ^{18}O 标记的气体有 O_2 和 CO_2 。

(3) 据题图可知,过剩的光能可通过途径①以电能的方式耗散; 还可通过途径②以热能的方式耗散,减轻光合系统的损伤。

刷有所得

细胞呼吸与光合作用过程中元素的转移路径

