

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. D 考查点 ▶ 细胞的吸水和失水

思路分析

植物细胞的吸水和失水: ①当外界溶液浓度大于细胞液浓度时, 植物细胞失水, 出现质壁分离现象。②当外界溶液浓度小于细胞液浓度时, 植物细胞吸水, 出现质壁分离复原现象。

【解析】用清水处理保卫细胞, 保卫细胞吸水, 体积变大, 会导致气孔开启, 随着吸水较多, 气孔开放程度变大, 可能会出现甲曲线, A 正确; 如果在蔗糖等渗溶液中, 保卫细胞既不吸水也不失水, 气孔开放程度不变, 可能会出现丁曲线, B 正确; 用 KNO_3 溶液处理保卫细胞, 保卫细胞可能先失水, 后由于 K^+ 、 NO_3^- 可以被植物细胞吸收, 保卫细胞的细胞液浓度增大, 直至大于外界溶液浓度, 导致保卫细胞又吸水, 即这个过程气孔开放程度先下降后增加, 可能会出现乙曲线, C 正确; 蓝光可促进保卫细胞逆浓度梯度吸收 K^+ , 用蓝光处理保卫细胞, 保卫细胞吸收 K^+ , 细胞液浓度逐渐升高, 气孔开放程度不会下降, 不可能会出现丙曲线, D 错误。

2. B 考查点 ▶ 质壁分离及其复原实验

【解析】分析题意和题图可知, 此刻细胞被蔗糖溶液处理, 最有可能发生的是失水, A 错误; 由于细胞液呈酸性, 因此被中性红处理的细胞液泡被染成樱桃红色, B 正确; 不同细胞的细胞液浓度不相同, 质壁分离程度也不同, C 错误; 蔗糖不能进入细胞, 一段时间后细胞不会发生自动复原, 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 Na^+-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 Na^+-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. B 考查点 ▶ 主动运输的特点

【解析】根据题图，方式 a 中■是由高浓度向低浓度运输，▲是由低浓度向高浓度运输，利用物质■的浓度梯度动力运输物质▲，并且需要载体，属于协同转运，A 错误；方式 b 中的载体蛋白是 ATP 驱动泵，能利用 ATP 水解供能，因此该驱动泵可能具有催化功能，催化 ATP 水解，B 正确；方式 c 中的载体蛋白是光驱动泵，由于该驱动泵主要在细菌细胞中发现，而细菌只有核糖体这一种细胞器，因此该驱动泵不可能主要分布在类囊体薄膜上，C 错误；方式 b 是需要载体且消耗能量的主动运输，葡萄糖通过协助扩散进入哺乳动物成熟的红细胞，葡萄糖通过主动运输进入小肠绒毛上皮细胞，D 错误。

易错警示

不能正确辨析主动运输的特点

物质通过主动运输进出细胞时：①逆浓度梯度，此处浓度指的是被运输物质的浓度，不一定是溶液的浓度。②需要载体蛋白协助。③需要能量，但能量不一定是由 ATP 水解提供，能量供应有三种类型：利用 ATP 水解供能；利用协同转运的物质的浓度梯度动力；利用光能。

刷 提分

1. C 突破点 ▶ 信息提取— Pb^{2+} 的转运途径

【解析】 Pb^{2+} 可以通过主动运输进入细胞，随后再通过主动运输进入液泡中，因此图示路径可增强金丝草对 Pb^{2+} 的耐受性，A 错误；PcABC 属于载体蛋白，转运 Pb^{2+} 时需要与其结合，B 错误；分析题图可知，PcABC 转运 Pb^{2+} 过程中会发生 ATP 的水解，ATP 分子的末端磷酸基团脱离下来与 PcABC 结合，这一过程伴随着能量的转移，会发生 PcABC 的磷酸化，C 正确；磷脂分子的“尾部”具有疏水性，因此 PcABC 跨膜区富含疏水基团，利于其嵌入磷脂双分子层中间，D 错误。

2. C 突破点 ▶ 图表分析—CLCa 蛋白的转运机制

题图解读

由题图可知，野生型植株中 NO_3^- 进入液泡需要消耗能量，也需要载体蛋白，故其跨膜运输方式为主动运输，液泡细胞液中 H^+ 的浓度大于细胞质基质，说明 H^+ 运出液泡是顺浓度梯度，因此其跨膜运输方式是协助扩散；液泡膜上的 NO_3^-/H^+ 转运蛋白能将 H^+ 转运出液泡的同时将细胞质基质中的 NO_3^- 转运到液泡内，说明 NO_3^- 进入液泡的直接驱动力是液泡膜两侧的 H^+ 电化学梯度，因此该过程中 NO_3^- 进入液泡的方式为主动运输。

【解析】液泡膜上的 NO_3^-/H^+ 转运蛋白将 H^+ 转运出液泡的同时将细胞质基质中的 NO_3^- 转运到液泡内，说明 NO_3^- 进入液泡需要消耗液泡膜两侧 H^+ 电化学梯度提供的电化学势能，A 正确；蛋白质不同的空间结构代表不同的功能，突变导致 CLCa 蛋白的空间结构发生改变，从而影响其功能，B 正确；分子或离子通过通道蛋白时不需要与其结合，C 错误；根部特异性表达突变型 CLCa 蛋白有利于细胞中氨基酸的合成，可能会提高植株对氮素的利用率，D 正确。

3. (1) 主动运输 协助扩散 选择透过性 (2) 肾近端小管细胞膜两侧的 Na^+ 浓度差 肾近端小管细胞膜上的 SGLT 数量 多

(3) ①SGLT₂ SGLT₁ ②肾(近端)小管对葡萄糖的重吸收 肠道细胞

突破点 ▶ 实验探究—探究细胞的物质进出方式

题图解读

分析题图可知,葡萄糖进入肾近端小管细胞内是从低浓度向高浓度运输,为主动运输,消耗的能量来自 Na⁺ 电浓度梯度产生的电化学势能。钠钾泵运输 Na⁺ 和 K⁺ 会消耗 ATP,为主动运输。肾近端小管细胞内的葡萄糖由位于细胞侧基底膜的载体 GLUT,经协助扩散进入肾小管周围的毛细血管中。

【解析】(1) 据题图 2 判断,葡萄糖进入肾近端小管细胞内是从低浓度向高浓度运输,且需要消耗膜内外 Na⁺ 浓度梯度提供的电化学势能,为主动运输,葡萄糖出肾近端小管细胞是顺浓度梯度运输,需要转运蛋白的协助,不消耗能量,属于协助扩散。这两种运输过程均体现了细胞膜的选择透过性。

(2) 据题图 2 可知,肾近端小管细胞膜两侧的 Na⁺ 浓度差和肾近端小管细胞膜上的 SGLT 数量影响了肾近端小管细胞从原尿中重吸收葡萄糖。当血液中葡萄糖含量明显升高,超过了肾脏重吸收的能力时,尿中就会出现较多的葡萄糖,同时导致重吸收水减少,最终导致尿量增加。

(3) ①SGLT₂ 是一种低亲和力、高转运能力的转运蛋白,可完成原尿中约 90% 葡萄糖的重吸收,所以在题图 1 中①位置起主要作用,SGLT₁ 是一种高亲和力、低转运能力的转运蛋白,可结合原尿中剩余的少量的葡萄糖,因此 SGLT₁ 在题图 1 中②位置起主要作用。②SGLT₂ 为 Na⁺—葡萄糖协同转运蛋白,抑制 SGLT₂ 的功能可抑制葡萄糖的重吸收,葡萄糖随尿液排出,有助于糖尿病患者的血糖控制。SGLT₁ 除分布于肾脏外,还大量存在于小肠、心脏等器官,部分抑制 SGLT₁ 功能可以减少小肠对葡萄糖的吸收,从而在一定程度上有效降低糖尿病患者的血糖水平。

第 2 节 酶和 ATP

刷基础

1. B 考查点 ▶ 酶的本质、酶的特性

【解析】利用核酶与双缩脲试剂的颜色反应只能确定其化学本质是否为蛋白质,若不为蛋白质,则还需要进一步验证,A 错误;核酶与催化底物特异性结合时,核酶和底物 RNA 之间有氢键形成,而切割 RNA 分子时也有磷酸二酯键的断裂,B 正确;核酶的活性受温度的影响,C 错误;与不加核酶组相比,加核酶组 RNA 降解较快,说明核酶具有催化作用,该实验缺少单独使用无机催化剂的组别,因此不能反映酶的高效性,D 错误。

2. D 考查点 ▶ 影响酶促反应速率的因素及曲线分析

【解析】实验甲研究底物浓度对酶促反应速率的影响,自变量是底物浓度,实验乙研究酶浓度对酶促反应速率的影响,自变量是酶浓度,两个实验的因变量都是酶促反应速率,A 正确;酶促反应指的是在酶的催化作用下底物转变为产物的过程,因此酶促反应速率可通过检测单位时间内产物的生成量或底物的消耗量来表示,B 正确;实验甲、乙的自变量分别是底物浓度和酶浓度,其他影响实验的因素均为无关变量,包括温度、pH 等,实验时无关变量需要保持相同且适宜,C 正确;实验甲,在一定范围内随着底物浓度的增大酶促反应速率加快,当底物浓度达到一定值后

酶促反应速率基本不变,说明不同底物浓度下酶的量并不是充足的,实验乙酶浓度越大酶促反应速率越大,两者呈正相关,说明实验乙在不同酶浓度下的底物充足,D 错误。

3. A 考查点 ▶ 酶的特性

【解析】酶与无机催化剂的作用机理相同,都能降低化学反应的活化能(辨析:与无机催化剂相比,酶降低化学反应活化能的作用更显著,催化效率更高),A 错误;题图 a 中抑制剂与底物竞争酶的同一个位点,通过增加底物浓度,可提高酶促反应速率,B 正确;题图 b 中的抑制剂与构象改变后的 ES 结合,题图 c 中的抑制剂可直接与 E 结合,C 正确;去除抑制剂可以恢复酶的构象,恢复其催化活性,所以题图中发生的酶抑制作用都是可逆的,D 正确。

4. A 考查点 ▶ ATP 的功能及利用、ATP 与 ADP 的相互转化

【解析】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,A 错误;分析题图可知,蛋白激酶催化的底物是无活性蛋白质,蛋白磷酸酶催化的底物是有活性的蛋白质,即蛋白激酶和蛋白磷酸酶催化的底物不同,B 正确;结构决定功能,蛋白质活性的改变可能是通过蛋白质的空间结构的变化来实现的,C 正确;结合题图可知,蛋白质磷酸化过程中,磷酸分子来自 ATP 中远离腺苷的磷酸基团,同时消耗了 ATP 水解过程释放的能量,D 正确。

易错警示

不能正确辨析 ATP 水解、ATP 合成与吸能反应和

放能反应的关系

- (1) ATP 水解释放的能量可供生命活动利用,吸能反应需要吸收能量,能量一般由 ATP 水解提供,故吸能反应一般与 ATP 水解相联系。
- (2) ATP 合成储存能量,放能反应释放能量,能量转移到 ATP 中储存起来,故放能反应一般与 ATP 合成相联系。

刷提分

1. C 考查点 ▶ 酶的作用、酶的特性

【解析】根据题目信息,质体具有双层生物膜且含有色素,说明叶绿体属于质体,A 正确;多酚氧化酶能够降低化学反应的活化能,催化质体外的多酚类物质氧化形成黑色素或其他色素,B 正确;茶叶细胞中多酚氧化酶活性高,多酚类物质含量多,有利于制作红茶,制作绿茶应该降低多酚氧化酶的活性,防止褐变,C 错误;生物膜的功能之一是将细胞分隔成一个个小的区室,使各种化学反应互不干扰,保证了细胞生命活动高效、有序地进行,所以生物膜结构的完整性和细胞中物质区域化分布可有效阻止褐变,D 正确。

2. C 考查点 ▶ 酶促反应的因素及实验

【解析】由题图 1、2 可知本实验的自变量有 pH、温度,同时还研究了草鱼、鲰鱼、鳙鱼三种不同种类鱼的情况,而且题中是在探究不同条件下 ACP 的相对活性,所以因变量是 ACP 的活性,A 正确;因为 ACP 可以使 IMP 形成肌苷,所以可以通过测定单位时间内 IMP 的消耗量或肌苷的生成量来表示 ACP 的活性,B 正确;从题图 2 看,草鱼在较高温度下 ACP 活性相对较高,由于 IMP 具有鲜味特性,ACP 活性高会使得 IMP 降解从而鲜味降低,所以草鱼体内 ACP 的热稳定性较强,但在较高温度下鲜味降低得较快,C 错误;从题图 1 和题图 2 看,鳙鱼的 ACP 活性变化相对其他两种鱼更小,即鳙鱼的 ACP 活性受环境影响较小,所以要保持宰杀后鱼肉的鲜味,鳙鱼对保存环境的温度和 pH 要求最

低,D 正确。

3. ABD 突破点 ▶ 图表分析—影响酶活性的因素

【解析】据题意可知,直线 a 表示反应物分子具有的能量与温度的关系,两者呈正相关,在一定温度范围内,温度越高,反应物分子具有的能量越多,A 正确。低温条件下,酶的空间结构稳定性高,酶活性受到抑制,温度恢复到适宜温度时,酶活性可以恢复,故低温适合保存酶,B 正确。在 t_1 、 t_2 温度条件下,酶促反应速率相同,但是底物分子具有的能量不同,酶降低的化学反应的活化能不相同,C 错误。由题图可知,在一定温度范围内,随着温度的增加,底物分子具有的能量越来越高,酶的活性越来越低,在曲线 c 中 t_1 和 t_2 温度下的酶促反应速率相同,但是所对应的底物分子具有的能量和酶的活性都不同, t_1 温度下的酶活性高,底物分子具有的能量低; t_2 温度下的酶活性低,底物分子具有的能量高,因此酶促反应速率是底物分子的能量与酶的空间结构(酶活性)共同作用的结果,D 正确。

易错警示

过酸、过碱、高温都会使酶变性失活,低温不会使酶变性失活。低温只是抑制了酶的活性,酶分子的结构并未被破坏,温度升高至适宜温度时酶的活性可恢复。

4. B 考查点 ▶ ATP 功能及利用

【解析】叶绿体基质是暗反应的场所,不合成 ATP,无 ATP 合成酶,A 错误;分析题意可知,若细胞内的所有腺苷酸充分磷酸化为 ATP,则细胞内不含 ADP 和 AMP,其能荷值为 1,B 正确;人体红细胞吸收葡萄糖的过程是协助扩散,不消耗 ATP,不会导致细胞能荷增大,C 错误;合成 RNA 的 AMP 高时,ATP 不一定高,因为 ATP 的含量主要取决于线粒体的代谢强度,D 错误。

第 3 节 细胞呼吸的原理及应用

刷基础

1. D 考查点 ▶ 细胞呼吸原理的应用

【解析】 CO_2 是暗反应阶段的原料,增施有机肥可增加 CO_2 的供应,从而提高作物的产量,A 正确;采摘后果实易因机械损伤和微生物侵染而腐烂变质,故减少采摘和运输过程中果实的机械损伤有利于果实的储存,B 正确;植物有氧呼吸需要消耗氧气,及时松土可改善根系周围的氧气供应,促进植物根细胞的有氧呼吸,有利于根系生长,C 正确;植物的种子收获以后应储存在低温、低氧、干燥的环境中,若在密闭环境中种子会进行无氧呼吸产生酒精导致腐烂,D 错误。

刷有所得

细胞呼吸原理的应用

- (1) 种植农作物时,疏松土壤能促进根细胞的有氧呼吸,有利于根细胞对矿质离子的主动吸收。
- (2) 利用酵母菌发酵产生酒精的原理酿酒,利用酵母菌发酵产生二氧化碳的原理制作面包、馒头等。
- (3) 利用乳酸菌发酵产生乳酸的原理制作酸奶、泡菜。
- (4) 稻田中定期排水可防止水稻因缺氧而变黑、腐烂。
- (5) 破伤风芽孢杆菌只能进行无氧呼吸,皮肤破损较深或被锈钉扎伤后,该病菌就容易大量繁殖,引起破伤风。

(6) 提倡慢跑等有氧运动的原因之一是有氧运动能避免肌细胞因供氧不足进行无氧呼吸产生大量乳酸。乳酸的大量积累会使肌肉酸胀乏力。

(7) 粮食要在低温、低氧、干燥的环境中保存。

2. ABC 考查点 ▶ 探究酵母菌细胞呼吸的方式

【解析】酵母菌的代谢类型为异养兼性厌氧型,既可以进行有氧呼吸产生 CO_2 和水,也可以进行无氧呼吸产生酒精和 CO_2 ,但在有氧呼吸和无氧呼吸的第一阶段都可以将葡萄糖分解产生丙酮酸,故酵母菌的有氧呼吸和无氧呼吸都会产生丙酮酸,但不能根据是否产生 CO_2 判断细胞呼吸方式,A 正确,D 错误。a 装置小烧杯内的液体是 NaOH 溶液,用于吸收细胞呼吸产生的 CO_2 ,a 装置内液滴不移动,说明酵母菌的呼吸不消耗锥形瓶中的 O_2 ;b 装置小烧杯内的液体是清水,由于有氧呼吸过程中 O_2 的消耗量等于 CO_2 的产生量,故液滴的移动距离反映了细胞呼吸过程中 CO_2 的释放量与 O_2 消耗量的差值,结合 a 装置中液滴不移动的情况,可说明酵母菌仅进行无氧呼吸,B 正确;a 装置和 e 装置中 NaOH 溶液的作用均是吸收 CO_2 ,C 正确。

刷有所得 探究酵母菌细胞呼吸方式的实验

- (1) 酵母菌是兼性厌氧型生物。
- (2) 酵母菌呼吸产生的 CO_2 可用溴麝香草酚蓝溶液或澄清石灰水鉴定,因为 CO_2 可使溴麝香草酚蓝溶液由蓝变绿再变黄,或使澄清石灰水变浑浊。
- (3) 酵母菌无氧呼吸产生的酒精可使酸性重铬酸钾溶液由橙色变成灰绿色。
- (4) 酵母菌在有氧条件下,进行有氧呼吸产生 CO_2 和 H_2O ;在无氧条件下,进行无氧呼吸产生 CO_2 和酒精。
- (5) 烧杯中加入 NaOH 溶液,可吸收 CO_2 。

3. C 考查点 ▶ 细胞呼吸过程

题图解读

a~e 表示的物质依次为丙酮酸、二氧化碳、 $[\text{H}]$ 、 O_2 和酒精;①~④表示的过程依次为有氧呼吸和无氧呼吸的第一阶段(在细胞质基质中完成),无氧呼吸的第二阶段(在细胞质基质中完成),有氧呼吸的第三阶段(在线粒体内膜上完成),有氧呼吸的第二阶段(在线粒体基质中完成)。

【解析】②表示无氧呼吸的第二阶段,在细胞质基质中进行;④表示有氧呼吸的第二阶段,在线粒体基质中进行,A 错误。图中物质 c 为 $[\text{H}]$,它能在有氧呼吸、无氧呼吸过程中产生,B 错误。①④③过程为有氧呼吸的三个阶段,其中物质 a、d 分别是丙酮酸和 O_2 ,C 正确。图中②过程主要发生在小麦种子萌发的早期,其中 e 为酒精,D 错误。

4. C 考查点 ▶ 细胞呼吸过程

【解析】细胞发生癌变的根本原因是原癌基因和抑癌基因的突变或异常表达,A 错误;癌细胞中产生 CO_2 的主要场所是线粒体基质,B 错误;与正常细胞相比,癌细胞主要进行产生乳酸的无氧呼吸,消耗等量葡萄糖时释放的能量较有氧呼吸少,因此要消耗更多的葡萄糖来满足对能量的需求,C 正确;GAPDH 是糖酵解途径中的一个关键酶,抑制 GAPDH 的活性会使细胞代谢减弱,减少

能量的产生,从而抑制肿瘤细胞的增殖,但是也会抑制正常细胞的代谢,副作用较大,D 错误。

易错警示

不能正确辨析不同类型生物利用葡萄糖进行细胞呼吸产生 CO_2 的情况

植物细胞有氧呼吸产生 CO_2 ,无氧呼吸产生酒精和 CO_2 或者乳酸,故植物细胞进行细胞呼吸消耗氧气量不一定等于产生 CO_2 量,产生 CO_2 的场所是细胞质基质和线粒体基质;动物细胞有氧呼吸产生 CO_2 ,无氧呼吸产生乳酸不产生 CO_2 ,故动物细胞进行细胞呼吸时消耗氧气量与产生 CO_2 量相等,产生 CO_2 的场所是线粒体基质。

刷提分

1. A 考查点 ▶ 细胞色素 c

【解析】细胞色素 c 前体在线粒体中加工后转运到线粒体内膜的外侧,说明细胞色素 c 前体不需要经过内质网和高尔基体加工,A 错误;细胞色素 c 参与电子的传递,说明细胞色素 c 是电子传递链的组成成分,而电子传递链位于线粒体内膜上,因此被转运到线粒体内膜外侧的细胞色素 c 可运输 H^+ 和催化 ATP 的合成,B 正确;细胞色素 c 位于线粒体内膜上参与电子的传递,因此其主要在有氧呼吸的第三阶段发挥作用,C 正确;心肌梗死时注射一定剂量的细胞色素 c 能促进心肌细胞对氧的利用和能量代谢,D 正确。

2. D 突破点 ▶ 信息提取—细胞呼吸的过程

思路分析

正常情况下,线粒体内膜外侧 H^+ 浓度高于膜内侧, H^+ 通过转运蛋白顺浓度梯度内流,产生的电化学势能驱动 ADP 合成为 ATP。UCP1 也能介导 H^+ 内流却不与 ATP 合成过程偶联,因此 UCP1 蛋白的增加最终导致有氧呼吸释放的能量更多地以热能形式耗散。

【解析】由题干信息可知,TCA 循环即有氧呼吸第二阶段,该阶段能产生 NADH 和 CO_2 等,A 正确;有氧呼吸第一、二阶段都能产生 NADH,其场所分别为细胞质基质和线粒体基质,因此,参与电子传递链的 NADH 除来自线粒体基质外,还来自细胞质基质,B 正确;由题干可知,寒冷促进褐色脂肪细胞中 UCP1 的表达, H^+ 通过 UCP1 时产热但不产 ATP,因此,寒冷条件下褐色脂肪细胞高表达 UCP1,增加了产热,减少了 ATP 的合成,C 正确;由题干“寒冷促进褐色脂肪细胞中 UCP1 的表达,一方面 UCP1 与 MCU 结合激活 MCU,促进 Ca^{2+} 进入线粒体基质,促进 TCA 循环”,可知促进脂肪细胞中 MCU-UCP1 的形成,能促进线粒体摄取钙,而不是抑制,D 错误。

3. AB 突破点 ▶ 图表分析—无氧呼吸的过程

【解析】分析题图可知,蔗糖可分解为葡萄糖和物质 A,则物质 A 是果糖,进入细胞后被磷酸化,该过程需消耗 ATP 水解释放的能量,属于吸能反应,A 错误;糖酵解过程即有氧呼吸第一阶段,该过程释放的能量一部分转移到 NADH 和 ATP 中,另一部分以热能形式散失,B 错误;据题图可知,TCA 循环即有氧呼吸第二阶段,其本身不消耗氧气,但缺氧会抑制 TCA 循环的发生,C 正确;氧气供应不足时玉米根部会进行无氧呼吸产生乳酸,导致胞内 pH 降低,从而使乳酸脱氢酶的活性降低,D 正确。

4. A 考查点 ▶ 细胞呼吸的过程

【解析】由题图可知,慢肌纤维可将乳酸转化为丙酮酸,利用丙酮酸进行有氧呼吸,产生二氧化碳和水,并提供能量,这个过程要在线粒体中进行,所以慢肌纤维内线粒体体积较大,另外这个过程需要吸收氧气,排出二氧化碳,所以周围毛细血管的数量较多,A 正确;慢肌纤维和快肌纤维都属于骨骼肌的一部分,都由躯体运动神经支配,B 错误;乳酸在快肌纤维中产生,运出细胞的方式是协助扩散,然后通过 MCT1 运进慢肌纤维,慢肌纤维中乳酸浓度很低,所以 MCT1 介导的转运方式也是协助扩散,协助扩散速率主要取决于膜两侧的浓度差,由题图无法确定膜两侧浓度差,所以无法确定 MCT1 和 MCT4 对乳酸的亲合力,也无法确定乳酸的转运速率,C 错误;剧烈运动时,快肌纤维可以利用糖原进行无氧呼吸提供能量,但肌糖原不能直接分解成葡萄糖,D 错误。

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. ABD 突破点 ▶ 信息提取—电子传递链

【解析】呼吸抑制剂抑制电子传递,也就减少了能量的产生,导致 ADP 磷酸化形成 ATP 的过程受到抑制,A 正确;已知过量的阿司匹林可使氧化磷酸化部分解偶联,意味着有部分反应过程中产生的能量不能用于 ADP 磷酸化形成 ATP 的过程,而只能以热能的形式散失,故体温将会升高,B 正确;动物棕色脂肪组织线粒体中有独特的解偶联蛋白,大部分能量以热能散失,因此棕色脂肪比例较高更不容易肥胖,C 错误;由题图可知,电子传递和 ATP 合成过程均与 H^+ 的跨膜运输有关,线粒体内膜对 H^+ 的通透性是“氧化”和“磷酸化”发生偶联的关键因素之一,D 正确。

7. (1) 酒精 以热能形式散失 (2) 上清液 通入 O_2 酸性重铬酸钾 甲试管溶液基本不变色(为橙色),乙试管溶液变为灰绿色 (3) 还原丙酮酸 还原 O_2 (4) 酶 3

突破点 ▶ 图表分析—细胞呼吸的过程

【解析】(1) 酵母菌进行无氧呼吸时,将葡萄糖分解为酒精和 CO_2 ,少部分能量被释放,大部分能量储存在酒精中;葡萄糖彻底氧化分解后形成水和 CO_2 ,释放的能量主要以热能形式散失,少部分储存在 ATP 中。

(2) 由题图 1 可知,酶 1 可催化丙酮酸分解为酒精和二氧化碳,说明酶 1 位于细胞质基质中,所以酵母菌破碎后高速离心,应取上清液(主要成分是细胞质基质,含有酶 1)均分为甲、乙两组,一段时间后在甲、乙两支试管中加入等量的葡萄糖,并立即再向甲试管中通入 O_2 。一段时间后,分别向甲、乙两试管中加入等量的酸性重铬酸钾溶液进行检测,如果甲试管中溶液不变色且乙试管中溶液变色,则说明甲试管中无酒精产生且与其他因素无关,即可说明 O_2 对酶 1 有抑制作用,则假说成立。

(3) 无氧呼吸第二阶段过程中, $NADH$ 与丙酮酸反应生成酒精和 CO_2 ;有氧呼吸第三阶段过程中, $NADH$ 与氧反应生成水,所以酵母菌无氧呼吸过程中 $NADH$ 的作用是还原丙酮酸,有氧呼吸过程中 $NADH$ 的作用是还原 O_2 。

(4) 结合题图 1 和题图 2 分析, O_2 存在时,酶 3 催化有氧呼吸第三阶段,如果通过物理或化学诱变因素诱导控制合成酶 3 的基因发生突变,抑制酶 3 的合成, O_2 就难以与线粒体中的 $NADH$ 反应,线粒体中 $NADH$ 堆积,苹果酸的转运会被抑制,细胞质基质中的丙酮酸和 $NADH$ 就会在酶 1 的催化下合成酒精。

第 4 节 光合作用与能量转化

刷基础

1. A 考查点 ▶ 提取和分离叶绿体中的光合色素

【解析】低温烘干可以减少水分,加入 SiO_2 可以使研磨更加充分,加入 $CaCO_3$ 可以中和有机酸,防止叶绿素被分解,无水乙醇能溶解色素,因此将菠菜叶片 $40 \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干后,再加入 SiO_2 、 $CaCO_3$ 和无水乙醇充分研磨,效果可能更佳,A 正确;叶绿体中的色素主要为叶绿素和类胡萝卜素,其中叶绿素主要吸收蓝紫光和红光,所以把新鲜滤液放在光源与分光镜之间,可以看到光谱中吸收最多的是红光与蓝紫光,B 错误;提取色素后,利用色素在层析液中的溶解度不同可将色素分离,色素在层析液中的溶解度越高,层析时与滤纸的结合能力越低,在滤纸上扩散得越快,反之则慢,C 错误;分离色素时层析 10 min 后,取出,风干,观察色素带,D 错误。

2. C 考查点 ▶ 色素的吸收光谱

【解析】绿叶光合色素中只有叶绿素能吸收 $640 \sim 660\text{ nm}$ 波长的光,此波长光下释放氧气主要是叶绿素吸收、传递、转化光能引起的,A 正确;叶绿素 b 在层析液中的溶解度最低,扩散速度最慢,利用纸层析法分离色素时,②叶绿素 b 对应的条带离画线处最近,B 正确;由 550 nm 波长的光转为 670 nm 波长的光后,色素吸收的光能增多,光反应增强,产生的 ATP 和 NADPH 增多, C_3 的还原增多, CO_2 的固定不变,因此短时间内 C_3 的量减少,C 错误;由题意可知,②叶绿素 b 在弱光下含量增高,可能有利于植物对弱光的利用,D 正确。

3. C 考查点 ▶ 光合作用的过程

【解析】光合作用过程中,水光解释放出的 H^+ 结合 $NADP^+$ 形成 NADPH,A 错误;人工合成淀粉不涉及呼吸消耗,因此与自然绿色植物相比,在固定等量 CO_2 的情况下,人工合成过程的淀粉积累量更多,B 错误; CO_2 转化为 C_6 中间体进而转化为淀粉的过程与光合作用的暗反应阶段类似,植物光合作用暗反应阶段

的场所为叶绿体基质,C 正确;细胞呼吸的第一阶段发生在细胞质基质中,有氧呼吸和无氧呼吸的第一阶段完全相同,即细胞质基质中合成的 ATP 量相同,D 错误。

4. C 考查点 ▶ 探究光合作用原理的实验分析

【解析】叶绿体在细胞中是处于一定渗透压下的,为了在实验过程中维持叶绿体的正常形态和功能,需保持叶绿体内外的渗透压平衡,即需要形成等渗溶液,故配制叶绿体悬浮液时应加入一定浓度的蔗糖溶液,A 错误;希尔反应研究了叶绿体中光反应阶段的部分变化,该电子受体指的是 NADP^+ ,它接受电子和氢离子之后转化为 NADPH ,在希尔实验中用铁盐或其他氧化剂充当,B 错误;阿尔农发现处于光下的叶绿体在不供给 CO_2 时,既能积累还原态电子受体也能积累 ATP,若撤去光照,供给 CO_2 ,则还原态电子受体和 ATP 被消耗,并有有机物 (CH_2O) 产生,说明 (CH_2O) 的生成可以不需要光,但需要 CO_2 、ATP、还原剂等,C 正确;若向叶绿体悬浮液提供光照,则可产生 ATP 和 NADPH ,因不提供 CO_2 ,暗反应中 CO_2 固定形成 C_3 的过程不能进行,但由于向悬浮液中加入了 C_3 ,故在提供了 C_3 的前提下, NADPH 和 ATP 仍可用于暗反应中 C_3 的还原, NADPH 和 ATP 不断被利用,短时间内不会出现积累,D 错误。

易错警示 不能正确辨析希尔反应的条件和实质

希尔反应是指离体叶绿体在适当条件下发生水的光解,产生氧气的化学反应,即光反应,发生在叶绿体的类囊体膜上。希尔反应中的铁盐或其他氧化剂相当于光合作用中的 NADP^+ ,可接受 H^+ 和电子。

刷提分

1. B 突破点 ▶ 图表分析—提取和分离叶绿体中的光合色素

【解析】根据在层析液中的层析结果可知,色素 1、2、3、4 依次为胡萝卜素、叶黄素、叶绿素 a、叶绿素 b,色素 3 的条带颜色为蓝绿色,A 错误;色素 5 溶于水,为水溶性色素,因而可能存在于植物的液泡中(易错:液泡中的色素不能用于光合作用),B 正确;色素 1、2 依次为胡萝卜素和叶黄素,主要吸收蓝紫光,色素 3、4 依次为叶绿素 a、叶绿素 b,主要吸收红光和蓝紫光,C 错误;可以使用体积分数为 95% 的乙醇和适量无水碳酸钠对色素 1、2、3、4 进行提取,分离色素使用的是层析液,D 错误。

刷有所得 叶绿体中的色素为脂溶性,可溶于脂质中,同时也可溶于乙醇中,可用无水乙醇提取叶绿体中的色素;液泡中的色素为水溶性,可用水提取和分离。

2. B 突破点 ▶ 实验探究—环境条件骤变时光合作用过程中各种物质含量变化的规律

题图解读

光照条件下植物同时进行呼吸和光合作用,故实线表示 CO_2 吸收速率,代表净光合作用速率;黑暗条件下,植物只进行呼吸作用,故虚线可表示呼吸速率,即 CO_2 释放速率。

【解析】P 点时净光合速率等于呼吸速率,昼夜时间相同且温度不变,意味着白天光合作用制造的有机物的量等于夜晚呼吸作

用消耗的有机物的量,没有有机物的积累,所以龙血树无法正常生长发育,A 正确;实际光合速率=净光合速率+呼吸速率,在光照条件下,由题图可知,30℃时净光合速率(CO_2 吸收速率)为 3.5 mg/h,呼吸速率为 3.0 mg/h,实际光合速率为 6.5 mg/h,25℃时净光合速率为 3.75 mg/h,呼吸速率为 2.25 mg/h,实际光合速率为 6.0 mg/h,所以在光照条件下,30℃环境中龙血树的实际光合速率比 25℃环境中的大,B 错误;P 点时净光合速率等于呼吸速率,若突然降低光照,短时间内光反应产生的 ATP 和 NADPH 减少, C_3 的消耗速率降低,C 正确;由题图可知,在温度 5~25℃的区间,随温度升高净光合速率加快,故温度是限制光合作用的因素,D 正确。

3. B 考查点 ▶ 光合作用的过程

【解析】细胞呼吸和光合作用能产生 ATP,可为图中生命活动提供 ATP,A 正确; HCO_3^- 从细胞外进入细胞质基质的方式为主动运输,从细胞质基质进入叶绿体的方式为主动运输,主动运输的方向为逆浓度梯度, HCO_3^- 的浓度大小为细胞外<细胞质基质<叶绿体,B 错误;线粒体为有氧呼吸的主要场所,光反应产生的物质 X(氧气)可进入线粒体促进 ATP 合成, HCO_3^- 从细胞外进入细胞质基质,从细胞质基质进入叶绿体的方式均为主动运输,需要消耗能量,通过提高有氧呼吸水平可加快 HCO_3^- 进入细胞质基质的速率,C 正确;水光解产生的 H^+ 与 HCO_3^- 结合会产生 CO_2 ,可提高叶绿体内 CO_2 水平, CO_2 为暗反应原料,利于暗反应进行,D 正确。

4. (1) O_2 和电子 CO_2 卡尔文 (2) 增加 水分和养分(或水分和无机盐、水分和矿质元素) (3) 苗期干旱处理提高净光合速率、孕穗期干旱处理降低净光合速率 叶绿素 氮肥能降低 ABA 含量,使叶片气孔开度增大,蒸腾作用增强 (4) 下降 升高

突破点 ▶ 实验探究—探究氮肥与干旱处理对谷子生理特性的影响

【解析】(1)在光反应中,光合色素吸收光能,水分解释放 O_2 和电子。电子传递、ATP 和 NADPH 的形成是耦合在一起的,共同完成光反应。气孔是气体分子进出叶片的通道,卡尔文循环消耗光反应产生的 ATP 和 NADPH,干旱条件下气孔关闭,会阻碍 CO_2 进入叶片,导致 PS II 活性与卡尔文循环间能量需求的不平衡,最终损伤光合结构。

(2)据题图 1 可知,与正常浇水组相比,植物在遭受水分胁迫时,ABA 含量增加,从而促进根系生长,增大根系表面积和分布范围,以保证根系对水分和养分(或无机盐、矿质元素)的吸收来应对胁迫。

(3)据题图 2 可知,在同等光照强度下,与 CKN_0 组相比, W_1N_0 组的净光合速率较大, W_2N_0 组的净光合速率较小,说明苗期干旱处理提高净光合速率、孕穗期干旱处理降低净光合速率。蛋白质和叶绿素含 N 元素,氮肥被叶肉细胞吸收后可用于合成叶绿素和蛋白质。因此,施氮肥可增加光系统 II 中叶绿素和蛋白质的含量,有利于光合产物的合成。据题图 1 可知,与不施氮肥组相比,施氮肥可降低 ABA 的含量,且 ABA 具有促进气孔关闭

的作用。因此,施氮肥也可降低 ABA 含量,使叶片气孔开度增大,蒸腾作用增强,加速了养分的运输,促进光合作用。

(4)在逆境胁迫条件下,如干旱和氮限制,会导致光系统 II (PS II) 的功能受损,其吸收的光能用于电子传递的效率 $PHI(E_0)$ 降低,同时为了保护光合器官,植物会增加热耗散 $PHI(D_0)$,以减轻光损伤。由题图 2 可知,施氮处理的谷子净光合速率较高,表明施氮可以提高 PS II 的效率,从而缓解缺水、缺氮给谷子带来的伤害。

5. (1) 类囊体薄膜 叶绿素 黄绿 (2) O_2 、 H^+ 和 e^- 叶绿体基质 为 C_3 的还原提供能量和用作还原剂 (3) 强光使 D1 蛋白含量降低,导致 PS II 活性降低,进而影响光合作用的光反应阶段,使光合速率降低 (4) 取材、分组、编号 用一定浓度氟化钠处理叶片 下降(与 A 组相差不大) 无明显变化

突破点 ▶ 实验探究—光合作用相关实验探究

【解析】(1) 光合色素位于叶绿体内的类囊体薄膜上,其中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,即在红光照射条件下,参与光合作用的主要色素是叶绿素,提取色素后经纸层析法分离,光合色素在滤纸条上扩散速度从大到小依次为胡萝卜素、叶黄素、叶绿素 a、叶绿素 b,即扩散最慢的色素是叶绿素 b,呈黄绿色。

(2) 由题图 1 可知,PS II 中水光解的产物为 O_2 、 H^+ 和 e^- 。 H^+ 以顺浓度梯度的方式运出类囊体,ATP 合酶利用 H^+ 的电化学势能合成 ATP,说明在类囊体膜两侧,叶绿体基质的 pH 相对较高,NADPH 在暗反应中的作用是为 C_3 的还原提供能量和用作还原剂。

(3) 从题图 2 可以看出,较强光照强度照射 2 小时 (W_2) 后,D1 蛋白含量低于适宜光照强度照射 2 小时 (CK) 后的,而 D1 蛋白是对 PS II 活性起调节作用的关键蛋白,所以推测强光导致光合速率降低的原因可能是强光使 D1 蛋白含量降低,导致 PS II 活性降低,进而影响光合作用的光反应阶段,使光合速率降低。

(4) 在正常条件下,植物可以依次通过交联聚合物解聚和去磷酸化两个过程实现 D1 蛋白交联聚合物的降解。已知用一定浓度氟化钠处理叶片可抑制去磷酸化,故该实验的目的是验证植物可依次通过交联聚合物解聚、去磷酸化两个过程实现 D1 蛋白交联聚合物的降解,其自变量为是否用氟化钠处理,因变量为 D1 蛋白交联聚合物及 D1 蛋白的含量。

实验思路:取生长状况相同的植物叶片若干,随机均分为两组,编号为 A、B,均给予强光处理,测定 D1 蛋白交联聚合物及 D1 蛋白含量。然后 A 组不作处理,B 组用一定浓度氟化钠处理叶片,一段时间后,检测两组叶片中 D1 蛋白交联聚合物和 D1 蛋白的含量。

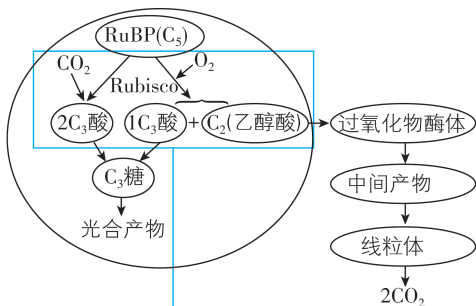
预期结果:由于植物可依次通过交联聚合物解聚、去磷酸化两个过程实现 D1 蛋白交联聚合物的降解,而一定浓度氟化钠处理叶片可抑制去磷酸化,所以 A 组 D1 蛋白交联聚合物含量下降,D1 蛋白含量上升;而 B 组 D1 蛋白交联聚合物含量下降(与 A 组相差不大),由于去磷酸化过程受到抑制,导致 D1 蛋白含量无明显变化。

专题 1 特殊代谢途径

刷 难关

1. BCD 突破点 ▶ 图表分析—光呼吸

题图解读



Rubisco 不仅能催化 CO_2 与 C_5 的反应，还能催化 O_2 与 C_5 的反应，生成 C_3 酸和 C_2 (乙醇酸)； C_3 酸参加糖类的合成， C_2 可转化成其他物质或通过其他代谢途径释放 CO_2 ，A 错误

【解析】由题图解读可知，过氧化物酶体将 C_2 (乙醇酸) 转化为中间产物，进入线粒体继续反应生成 CO_2 ，所以参与光呼吸的细胞器有叶绿体、过氧化物酶体和线粒体，B 正确；题图中固定 CO_2 的反应中，Rubisco 催化 CO_2 与 C_5 的反应，生成 C_3 酸， C_3 酸反应生成光合产物 (糖类) 过程中需要 ATP 和 NADPH，其中 NADPH 不仅提供能量，还做还原剂，C 正确；分析题图可知，Rubisco 能催化 O_2 与 C_5 的反应，生成 C_3 酸和 C_2 (乙醇酸)，这一过程发生在叶绿体中，线粒体内膜是有氧呼吸第三阶段的场所，氧气与 $[\text{H}]$ 结合生成水，并释放大量的能量，D 正确。

2. (1) 线粒体 (或细胞呼吸) Pi 和草酰乙酸 (2) 叶绿体基质 磷酸丙糖 升高 (3) 生物膜 (4) 发生在同一个细胞内 (空间相同)，但时间错开 干旱 (或缺水) (5) 升高 Rubisco 抑制
- 考查点** ▶ CAM 植物、 C_4 植物的光合作用

【解析】(1) 由题图可知，夜间来自外界环境和线粒体 (或细胞呼吸) 的 CO_2 转化为 HCO_3^- ，在 PEP 羧化酶催化下直接与磷酸烯醇式丙酮酸 (C_3) 结合生成 Pi 和草酰乙酸。

(2) 由题图可知，白天，液泡中的苹果酸 (C_4) 被运输到细胞质基质进行氧化脱羧，释放出的 CO_2 直接进入叶绿体基质参与卡尔文循环，磷酸丙糖则进入叶绿体生成淀粉，由于苹果酸使液泡 pH 降低，液泡中苹果酸减少会导致 pH 升高。

(3) 细胞内的细胞膜、细胞器膜和核膜等结构共同构成生物膜系统。叶肉细胞中能够同时进行多种化学反应，而不会互相干扰，从细胞结构角度分析，原因是细胞具有生物膜系统。

(4) 根据题干信息“景天科、仙人掌科等植物 (CAM 植物)，夜间固定 CO_2 产生有机酸，白天有机酸脱羧释放出 CO_2 进入卡尔文循环”和题图可知，CAM 植物中固定 CO_2 和合成糖的特点是发生在同一个细胞内 (空间相同)，但时间错开。CAM 植物的气孔在白天时关闭，夜间时打开，有利于适应干旱 (缺水) 环境。

(5) 根据题干信息可知，CAM 植物可在夜晚吸收大量的 CO_2 ，转变为苹果酸储存在液泡中，在白天苹果酸脱羧释放 CO_2 ，使得叶绿体中 CO_2 浓度升高，在与 O_2 竞争 Rubisco 时有优势。光呼吸是进行光合作用的细胞在光照和高氧、低二氧化碳情况下发生的反应，由上述分析可知，CAM 途径是一种可以抑制光呼吸的碳

浓缩机制。

3. (1) 叶肉细胞的叶绿体中有水光解所需的酶等物质,而维管束鞘细胞的叶绿体中则没有这些物质 (2) 强于 干旱环境中植物气孔会部分关闭, CO_2 供应不足,光合速率明显下降,但玉米具有特殊的 CO_2 浓缩机制,能利用较低浓度的 CO_2 ,故其抵抗干旱环境的能力更强 (3) 弱于 草酰乙酸 (OAA) 形成苹果酸 (Mal) 的过程中需要消耗还原剂 NADPH (4) 核糖核酸 (或 RNA)

突破点 ▶ 信息提取— CO_2 的浓缩机制

思路分析

光合作用过程包括光反应和暗反应两个阶段。

光反应的场所是叶绿体的类囊体膜,完成水的光解产生氧气并且合成 NADPH 和 ATP;暗反应的场所是叶绿体基质,完成 CO_2 的固定和 C_3 的还原。光反应为暗反应中 C_3 的还原提供 NADPH 和 ATP。

【解析】(1) 在光反应阶段, O_2 是由水在光下分解产生的。叶肉细胞的叶绿体在离体条件下可放出 O_2 ,同时产生 ATP,而维管束鞘细胞的叶绿体在离体条件下不能产生 O_2 ,只能产生 ATP,据此可推测:叶肉细胞叶绿体中有水光解所需的酶等物质,而维管束鞘细胞叶绿体中则没有这些物质。

(2) 由题意可知:水稻不具有同玉米一样的特殊的 CO_2 浓缩机制。干旱环境中植物气孔会部分关闭, CO_2 供应不足,光合速率明显下降,但玉米具有特殊的 CO_2 浓缩机制,能利用较低浓度的 CO_2 进行光合作用,因此玉米抵抗干旱的能力强于水稻。

(3) 由题图可知:草酰乙酸 (OAA) 形成苹果酸 (Mal) 的过程中需要消耗还原剂 NADPH,说明草酰乙酸 (OAA) 的还原性弱于苹果酸 (Mal)。

(4) 由题图可知,PEP 和 CO_2 结合生成草酰乙酸 (OAA) 的过程中会消耗 ATP,产生 AMP。AMP 的中文名称是腺嘌呤核糖核苷酸,可见,AMP 可用于叶绿体中核糖核酸 (RNA) 的合成。

4. (1) 无以核膜包被的细胞核 叶绿素和藻蓝素 (2) 细胞质基质和羧酶体 H^+ 为 C_3 还原提供能量和作为还原剂 ab (3) ① 使小圆叶片内的气体溢出 黑暗 ② 光照强度 光照强度越低, CO_2 浓度对光合作用速率的影响越显著

突破点 ▶ 信息提取—蓝细菌的光合作用

【解析】(1) 蓝细菌是原核生物,绿色植物属于真核生物,故蓝细菌与绿色植物相比,在结构上的最主要区别是前者无以核膜包被的细胞核。蓝细菌光合片层中的光合色素能够接收光能,其中光合色素包括叶绿素和藻蓝素。

(2) 由题图 1 可知,蓝细菌的 C_5 与 CO_2 的反应发生在羧酶体中,形成的 C_3 在细胞质基质中被还原,所以蓝细菌光合作用的暗反应过程在细胞质基质和羧酶体中进行。据题图 1 分析可知,G 为 H_2O ,A 为 H^+ ,B 为 NADP^+ ,C 为 NADPH,其中 NADPH 的作用有为 C_3 还原提供能量和作为还原剂。蓝细菌有碳泵等多个无机碳运输途径,能使细胞中的 CO_2 浓度保持在较高水平;此外,羧酶体的外壳也会阻止 O_2 进入、 CO_2 逃逸,保持羧酶体内高 CO_2 浓度环境,这些都使得 CO_2 在与 O_2 竞争结合 C_5 的过程中占优势,使蓝细菌光呼吸较低,a、b 正确;蓝细菌虽无线粒体,但含有与有氧呼吸有关的酶,故可以通过有氧呼吸消耗 O_2 、产生 CO_2 ,c

错误。

(3) ①题中实验的目的为探究光照强度和 CO_2 浓度双因素对菠菜叶片光合作用强度影响,故要排除小圆叶片中气体的影响,用手指堵住注射器前端小孔缓慢拉动活塞重复 2~3 次的目的是抽出叶片中的气体(使小圆叶片内的气体溢出),之后将其放在黑暗条件下待用。

②据题图 2 可知 A_1 、 B_1 和 C_1 三支注射器距离光源的距离不同,所用的 NaHCO_3 浓度相同,自变量是光照强度;由题图 3 可知,光合作用受光照强度和 CO_2 影响,且光照强度越低, CO_2 浓度对光合作用速率的影响越显著。

专题 2 细胞呼吸和光合作用的综合应用

刷 难关

1. C 考点 ▶ 光合作用与呼吸作用的综合计算

【解析】1h 内,各组净光合作用积累量 = 光照后与暗处理后质量变化 - 暗处理后质量变化,实际光合产物质量 = 光照后与暗处理前质量变化 - $2 \times$ 暗处理后质量变化,各组实际光合速率分别为 $7 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1}$ 、 $9 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1}$ 、 $11 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1}$ 、 $4 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1}$, 29°C 时轮藻光合作用的酶的活性高于其他 3 组, A 正确。假设原质量都是 10 mg,暗处理 1 h 后三个组的质量分别变为 8 mg、7 mg、6 mg,再光照后又分别变为 13 mg、13 mg、13 mg。所以,在光下,一组的净光合作用积累量为 $13 - 8 = 5 (\text{mg})$;二组的净光合作用积累量为 $13 - 7 = 6 (\text{mg})$;三组的净光合作用积累量为 $13 - 6 = 7 (\text{mg})$,因此这三组在光下的净光合作用积累量是不同的,即轮藻释放的氧气量不相等, B 正确。根据 B 项分析可知,二组和三组的净光合速率不同,因此,光照时第二、三组的轮藻生长不一样快, C 错误。假设原质量都是 10 mg,暗处理后四组变为 9 mg,再光照后又变为 12 mg,所以在光下,四组的净光合作用速率为 $12 - 9 = 3 (\text{mg} \cdot \text{h}^{-1})$,制造的有机物总量 = 总光合速率 \times 时间 = (净光合速率 + 呼吸速率) \times 时间 = $(3 + 1) \times 1 = 4 (\text{mg})$, D 正确。

2. 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。

关键点拨 “释放 O_2 量”与“产生 O_2 量”、“固定 CO_2 的量”与“吸收 CO_2 的量”、“总光合作用”与“净光合作用”、“表观光合作用”与“实际光合作用”的对应关系

观察对象	净(表观)光合作用	总(实际)光合作用
O_2 量	释放 O_2 量	产生 O_2 量
CO_2 量	吸收 CO_2 量	固定 CO_2 量
干物质	有机物的积累量	有机物的生成量

3. (1) a 和 b 细胞质基质、线粒体、叶绿体 无机物氧化释放的化学能 (2) 高氮、高磷条件下小球藻可以合成更多 ATP、NADPH (或与光合作用有关的酶、色素) 等物质, 高浓度 CO_2 提供更多暗反应的原料, 从而提高光合作用速率 (3) 30~40 随着小球藻相对密度的增加, 净光合作用速率下降

突破点 ▶ 信息提取—光合作用与细胞呼吸在物质和能量代谢上的区别与联系

【解析】(1) 根据题图 1 分析可知, 小球藻属于光能自养型生物, 白天能够进行光合作用, 使 CO_2 消耗速率增加, 且受光照强度的影响, 对应 b 曲线; 硝化细菌为化能自养型生物, 一直有 CO_2 的吸收, 对应曲线 a; 动物为异养型生物, 只进行呼吸作用, 释放 CO_2 , CO_2 消耗速率为负值, 对应曲线 c。故题图 1 中可能与缓解温室效应有关的生物对应的曲线为 a 和 b; 小球藻在 12 时既进行光合作用也进行呼吸作用, 故产生 ATP 的场所有细胞质基质、线粒体、叶绿体; 与小球藻相比, 该湿地中硝化细菌属于化能自养型生物, 其固定 CO_2 所需的能量来自无机物氧化释放的化学能。

(2) 在高氮、高磷的培养液中通入较高浓度 CO_2 , 有助于小球藻的生长, 原因是高氮、高磷条件下小球藻可以合成更多 ATP、NADPH (或与光合作用有关的酶、色素) 等物质, 高浓度 CO_2 提供更多暗反应的原料, 从而提高光合作用速率。

(3) 结合题图 2 分析可知, 小球藻在相对密度为 30~40 时, 小球藻的 CO_2 去除率最高, 故将小球藻相对密度维持在该范围可最大限度地发挥该湿地对温室效应的缓解作用。据题图 2 可推测, 随着小球藻相对密度的增加, 净光合作用速率下降, 故第 8 天后 CO_2 去除率明显下降。

4. (1) 蛋白质 基因的选择性表达 (2) 减少 细胞质基质 光合产物(或者丙糖磷酸) 积累于叶绿体中, 进入叶绿体的 P_i 数量减少, 限制了卡尔文循环的进行 (3) NADPH 线粒体内膜 线粒体基质 (4) ①降低化学反应所需活化能 ②丙酮 SM7

考查点 ▶ 光合作用与呼吸作用的综合分析

【解析】(1) 叶绿体内膜上磷酸转运器的化学本质是蛋白质, 磷酸转运器只存在于绿色组织的细胞中, 原因是只有绿色组织细胞中表达该基因, 即基因的选择性表达。

(2) 当 P_i 缺乏时, 通过磷酸转运器从细胞质基质进入叶绿体的 P_i 减少, 因此从叶绿体输出的丙糖磷酸减少。据题图 1 可知, 离开卡尔文循环的丙糖磷酸绝大多数离开叶绿体并在细胞质基质中合成蔗糖, 若蔗糖合成或输出受阻, 光合产物(丙糖磷酸) 积累于叶绿体中, 进入叶绿体的 P_i 数量减少, 限制了卡尔文循环的进行。

(3) “苹果酸/草酰乙酸穿梭”加快的意义是减少 NADPH 积累, 苹果酸可有效地将光照产生的 NADPH 中的还原能输出叶绿体, 再通过“苹果酸/天冬氨酸穿梭”运入线粒体, 最终在线粒体内膜转化为 ATP 中的化学能。三羧酸循环为有氧呼吸的第二阶段, 进行的场所是线粒体基质。

(4) ①题图 2 中 sADH 酶催化异丙醇生成的反应机理即酶催化化学反应的机理是降低化学反应所需活化能。

②据题图 2 所示结果可知, SM6 中有 CTFAB 基因、ADC 基因, 无 sADH 基因, 而 sADH 能催化丙酮生成异丙醇, 故与野生型蓝细菌相比, SM6 细胞中积累的物质最可能是丙酮; SM7 导入了

CTFAB 基因、ADC 基因和 *sADH* 基因,可消耗 NADPH,从而提高光合速率,故三种菌株在适宜条件下,光合速率最快的可能是 SM7。

全章综合提升

刷素养

1. B 突破点 ▶ 实验探究—酶促反应实验

【解析】若反应体系原本没有酶,加热之后反应物能量上升,因此不同能量的 H_2O_2 分子数量分布可以用③表示,A 正确;若反应体系原本有纳米酶且处于最适温度,加热之后的酶活性降低,活化能进一步升高,可以用②表示,B 错误;随着 GLY 浓度的增大, $\Delta DO(GLY)$ 与 $\Delta DO(0)$ 的比值减小,说明草甘膦对纳米酶活性具有抑制作用,C 正确;根据题图 2 实验结果可知, ΔDO 比值为 0.2 时,草甘膦浓度约为 $10 \mu\text{mol/L}$,D 正确。

2. (1) 叶绿素 叶绿体基质 Rubisco 活性、Rubisco 含量、 C_5 含量、pH (2) 偏高 叶绿体基质中剩余的 C_5 加氧分解产生 CO_2
(3) 光呼吸消耗 ATP,有氧呼吸产生 ATP (4) 强 弱 (5) 乙醇酸转运蛋白减少,叶绿体内乙醇酸浓度高 AP 途径能够更快速、高效地降解乙醇酸产生 CO_2

突破点 ▶ 图表分析—光合作用与光呼吸的过程

题图解读

据图 1 可知,光呼吸过程 O_2 竞争性地结合到卡尔文循环关键酶 Rubisco 上,引起核酮糖-1,5-二磷酸(C_5)加氧分解成 2-磷酸乙醇酸,再转变成乙醇酸,乙醇酸被氧化形成二氧化碳和甘油酸,二氧化碳释放出去,这是一个相当复杂的过程,这一系列反应是在三种细胞器中完成的,分别是叶绿体、过氧化物酶体以及线粒体。

【解析】(1) 叶绿素主要吸收红光和蓝紫光,在红光照射条件下,参与途径①水光解过程的主要色素是叶绿素。Rubisco 参与暗反应阶段(卡尔文循环),故 Rubisco 主要分布在叶绿体基质中,影响暗反应(卡尔文循环)的内部因素有 Rubisco 活性、Rubisco 含量、 C_5 含量、pH 等。

(2) 环境中 O_2 与 CO_2 含量比值会影响光呼吸过程,当环境中 O_2 与 CO_2 含量比值偏高时, O_2 竞争性地结合到卡尔文循环关键酶 Rubisco 上,叶片容易发生光呼吸。突然停止光照后,光反应过程停止, C_3 还原受阻,叶绿体基质中剩余的 C_5 加氧分解产生 CO_2 ,叶片会出现快速释放 CO_2 现象。

(3) 分析图 1 可知,光呼吸过程中甘油酸转变成丙糖磷酸时需要消耗 ATP,而有氧呼吸过程中有机物氧化分解释放能量,产生 ATP。

(4) 据图 2 可知, CO_2 的浓度较低时发生 C_4 途径,故 PEP 羧化酶比 Rubisco 对 CO_2 的亲合力强。 C_4 植物在维管束鞘细胞中形成高浓度 CO_2 ,导致 O_2 与 CO_2 的比值降低,故 C_4 植物光呼吸比 C_3 植物弱。

(5) RNA 干扰技术可降低叶绿体膜上乙醇酸转运蛋白的表达量,则乙醇酸转运蛋白减少,进而减少乙醇酸从叶绿体向细胞质的转运,则叶绿体内乙醇酸浓度高,同时 AP 途径能够更快速、高效地降解乙醇酸产生 CO_2 ,进而促进光合作用过程。

刷题 真题

1. D 命题点 植物细胞的质壁分离和复原

【解析】为保持细胞的活性,制作临时装片时,先滴一滴清水在载玻片上,再将撕下的表皮放在水滴中展平,盖上盖玻片,A 不合理;用低倍镜观察刚制成的洋葱外表皮细胞临时装片,中央大液泡将细胞核挤在细胞一侧,细胞核不位于细胞中央,B 不合理;蔗糖不能自由进出活细胞,用吸水纸引流使 0.3 g/mL 蔗糖溶液替换清水,只能观察到质壁分离现象,C 不合理;若液泡体积逐渐变大,说明细胞正在吸水,若液泡体积逐渐变小,说明细胞正在失水,所以通过观察紫色中央液泡体积大小变化,可推测表皮细胞是处于吸水还是失水状态,D 合理。

2. D 命题点 物质跨膜运输

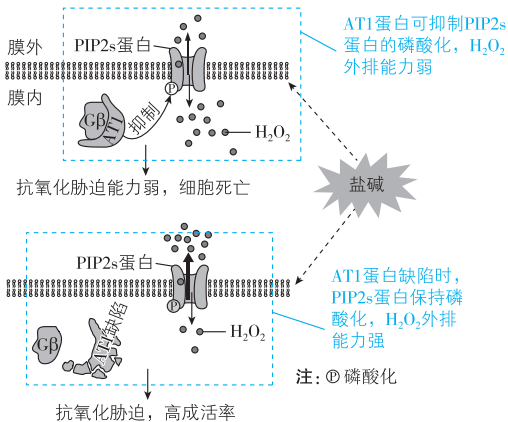
【解析】由题图可知,MPC 同时转运丙酮酸根、 H^+ 进入线粒体基质,MPC 功能减弱会使丙酮酸进入线粒体基质的数量减少,丙酮酸在细胞质基质中参与无氧呼吸,导致乳酸积累,A 正确;由题图可知,丙酮酸根、 H^+ 共同与 MPC 结合使后者构象改变,实现转运,B 正确;MPC 存在两个特定部位分别与丙酮酸根和 H^+ 结合,且 H^+ 从低 pH 的线粒体内外膜间隙到高 pH 的线粒体基质一侧是顺浓度的,运输方式为协助扩散,该过程为丙酮酸根的同向运输提供了能量,故线粒体内外膜间隙 pH 变化通过直接影响 H^+ 的运输来影响丙酮酸根转运速率,C 正确;题图中丙酮酸根的运输方式为主动运输,其转运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 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。

5. 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。

6. 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。

7. B 命题点 酶的作用与特性

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。

8. D 命题点 ▶ 细胞呼吸及酶的作用

【解析】由题意可知,细胞呼吸第一阶段包含一系列酶促反应,PFK1 只是其中的一个关键酶,因此在细胞质基质中,仅靠 PFK1 无法催化葡萄糖直接分解为丙酮酸等,A 错误。由题意可知,ATP 和 AMP 会与 PFK1 发生竞争性结合而改变酶活性,故 PFK1 与 ATP 结合后,酶不会变性失活,B 错误。负反馈调节是指在一个系统中,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,并且使系统工作的效果减弱或受到限制,它可使系统保持稳定。题中 ATP/AMP 浓度比变化对 PFK1 活性的调节,可以保证细胞中能量的供求平衡,属于负反馈调节,C 错误。运动时肌细胞中消耗更多的 ATP,AMP 增多,因此 AMP 与 PFK1 结合增多,细胞呼吸速率加快,以产生更多的 ATP 满足能量需要,D 正确。

9. C 命题点 ▶ 细胞呼吸的过程、场所

【解析】在人体细胞和酵母细胞中,无论是有氧呼吸还是无氧呼吸,葡萄糖分解成丙酮酸(细胞呼吸第一阶段)的场所都是细胞质基质,A 错误。人体细胞和酵母细胞有氧呼吸第二阶段是丙酮酸和水彻底分解为 CO_2 和 $[H]$,不需要 O_2 直接参与; O_2 参与有氧呼吸第三阶段,与 $[H]$ 结合生成 H_2O ,B 错误。无论是有氧呼吸还是无氧呼吸,第一阶段都会产生 $[H]$ 和少量 ATP,C 正确。人体细胞无氧呼吸的产物是乳酸,没有 CO_2 ;酵母细胞无氧呼吸的产物是酒精和 CO_2 ,D 错误。

10. AB 命题点 ▶ 细胞呼吸的过程

【解析】图中①为细胞呼吸第一阶段,场所为细胞质基质,②为有氧呼吸第二阶段,场所为线粒体基质,③为有氧呼吸第三阶段,场所为线粒体内膜(常考点:有氧呼吸各阶段反应场所可以总结为“两基质一内膜”),A 正确;在③过程中前两个阶段产生的 NADH 与 O_2 发生反应生成 H_2O ,B 正确;有氧呼吸与无氧呼吸的第一阶段完全相同,而其他阶段不同,因此无氧条件下②③均无法发生,C 错误;无氧条件下,细胞呼吸第一阶段产生的 NADH 用于无氧呼吸的第二阶段,而无氧呼吸只在第一阶段生成少量 ATP,D 错误。

易错警示

无氧呼吸只在第一阶段释放出少量的能量,生成少量 ATP。

11. 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 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。

12. 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。

13. (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)。

14. 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。

15. 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。

16. (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。

17. (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

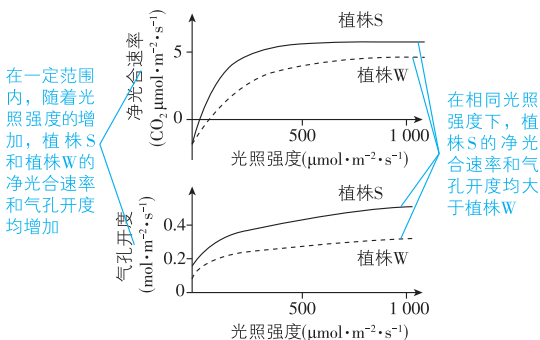
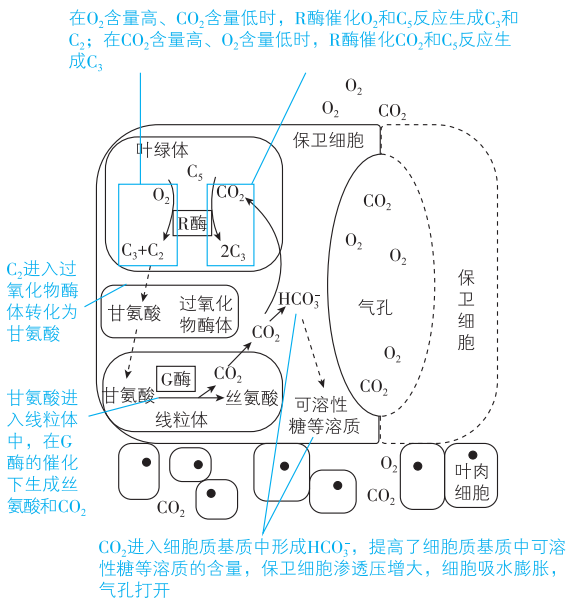
(3) 减小 小

(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 \rightarrow 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。

18. (1) 选择透过性 ATP、NADPH 细胞质基质

(2) 乙 常温下蓝细菌光合放氧速率大于呼吸耗氧速率

(3) ①摇匀 ②将稀释样液离心,取下层沉淀物 ③提取叶绿素(溶解蓝细菌) ④防止叶绿素降解

命题点 ▶ 光合作用的原理

【解析】(1) 类囊体膜的主要成分为蛋白质和磷脂,由于膜上转运蛋白具有专一性和磷脂双分子层的屏障作用,物质进出类囊体受到一定的限制,题干实例说明类囊体膜具有的特性是选择透过性。碳反应中,光反应产生的 ATP 和 NADPH 将 C_3 还原为 (CH_2O) 。蓝细菌是原核生物,此过程发生的区域位于蓝细菌的细胞质基质中。

(2) 常温下蓝细菌光合放氧速率需大于呼吸耗氧速率,蓝细菌才会有有机物积累,所以乙为蓝细菌光合放氧的曲线,甲为蓝细菌呼吸耗氧的曲线。

(3) 本实验的目的是建立叶绿素 a 含量与蓝细菌密度的相关曲线,用于估算水体中蓝细菌密度,自变量为蓝细菌密度,因变量为叶绿素 a 的含量,实验步骤为第一步:测定样液蓝细菌密度,此步骤取样前需摇匀样液,保证计数的准确性;第二步:浓缩蓝细菌,此步骤需将稀释样液离心,取下层沉淀物;第三步:将浓缩的蓝细菌用一定量的乙醇重新悬浮,目的是提取叶绿素;第四步:叶绿素不稳定,容易受光分解,所以用锡箔纸包裹装有悬浮液的试管,避光存放,目的是防止叶绿素降解;第五步:测定叶绿素 a 含量,建立相关曲线。

19. (1) ④ ①④ K^+ 、苹果酸

(2) ①②④ 丙酮酸 NADH(或 $[H]$)

(3) 电化学梯度(或 H^+ 浓度差)

(4) 吸水膨胀 (5) ABD

命题点 ▶ 光合作用、呼吸作用

【解析】(1) 光照下,光驱动产生的 NADPH 主要出现在叶绿体④中,参与暗反应。图 1 中 CO_2 的固定产物有 OAA 和 C_3 ,前者的还原场所是细胞质基质①,后者的还原场所是叶绿体④。由图 1 可知,液泡中与气孔开闭相关的主要成分有 H_2O 、 K^+ 和 Mal 等。

(2) ATP 的合成过程有光合作用和呼吸作用,场所是叶绿体④、细胞质基质①以及线粒体②。保卫细胞中的糖分解为 PEP,PEP 再转化为丙酮酸进入线粒体进行 TCA 循环,经过 TCA 循环产生的 NADH($[H]$) 最终通过电子传递链氧化产生 ATP。

(3) 蓝光可刺激气孔张开,其机理是蓝光激活质膜上的 AHA,消耗 ATP 将 H^+ 泵出膜外,形成跨膜的电化学梯度(或 H^+ 浓度差),提供电化学势能驱动细胞吸收 K^+ 等离子。

(4) 细胞中的 PEP 可以在酶作用下合成四碳酸 OAA,并进一步转化成 Mal,使细胞内水势下降(溶质浓度提高),导致保卫细胞吸水膨胀,促进气孔张开。

(5) 黑暗时突变体 *ntl1* 能合成淀粉,但明显比野生型少,结合突变体 *ntl1* 叶绿体失去运入 ATP 的能力,可推测淀粉大量合成需要依赖呼吸作用提供 ATP,A 正确;由图 1 可知,光照会促进保卫细胞淀粉粒的水解,使细胞内溶质浓度提高,导致保卫细胞吸水,促进气孔张开,说明光照诱导 WT 气孔张开与叶绿体淀

粉的水解有关,B 正确;光照条件下突变体 *ntt1* 保卫细胞的淀粉粒面积几乎无变化,由于光照条件下存在叶绿体淀粉水解,说明该条件下存在淀粉的合成,即突变体 *ntt1* 能进行光合作用,C 错误;长时间光照有利于 WT 叶绿体进行光合作用,推测其可使 WT 叶绿体积累较多的淀粉,D 正确。

20. (1) 磷脂双分子层 基粒

(2) H_2O 丙酮酸、 $[H]$ 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 3H_2O 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 $[H]$ 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 $[H]$,故在线粒体基质中被 3H 标记的物质有 H_2O 、丙酮酸和 $[H]$ 。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 $^{18}O_2$;而 $^{18}O_2$ 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

