

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 ▶ 物质进出细胞的方式

【解析】果脯在腌制过程中变甜是细胞失水过多而死亡，细胞膜失去选择透过性，糖分进入细胞积累的结果，A 错误；水分子进出细胞的速率受温度等外界环境影响，B 错误；通道蛋白对物质的运输速率主要取决于浓度差，而非分子的大小，故大小相同的分子通过通道蛋白进出细胞时的速率不一定相同，C 错误；载体蛋白通过改变自身构象，只转运与自身结合部位相适应的分子或离子，D 正确。

刷有所得

(1) 自由扩散：运输方向是高浓度→低浓度；不需要转运蛋白，不消耗能量；影响因素主要是细胞膜两侧浓度差。
(2) 协助扩散：运输方向是高浓度→低浓度；需要转运蛋白，不消耗能量；影响因素主要是细胞膜两侧的浓度差和细胞膜上转运蛋白的种类和数量。
(3) 主动运输：运输方向是低浓度→高浓度，逆浓度梯度运输；需要载体蛋白，需要能量；影响因素是载体蛋白的种类和数量、载体蛋白空间结构的变化及温度、氧气等影响能量供应的因素。

2. D 考查点 ▶ 质壁分离实验

【解析】根尖分生区细胞没有中央大液泡，因此不适合作为质壁分离实验的材料，A 错误；低温使细胞内结合水的含量增加，从而改变细胞的渗透压，B 错误；发生质壁分离的细胞的原生质体长度与细胞长度的比值可表示细胞质壁分离的程度，该比值越大，说明细胞的质壁分离程度越小，据题表可知，在相同浓度的外界溶液中处理一段时间后低温组的质壁分离程度较常温组的小，因此，常温组的细胞液浓度小于低温组，C 错误；据题表可知，低温条件下细胞更难以发生质壁分离，因此低温可能通过增大细胞液渗透压来增强植物的抗寒性，D 正确。

刷有所得

质壁分离的原因

外因：外界溶液浓度>细胞液浓度，细胞通过渗透作用失水。

内因：原生质层相当于一层半透膜，细胞壁的伸缩性小于原生质层。

初始质壁分离所需时间越长，说明细胞液浓度相对越大，其与外界溶液的浓度差越小。

3. 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，已发生质壁分离的植物细胞吸水，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，随着吸水增多，气孔开放程度变大，可能会出现甲曲线，A 正确；如果在等渗的蔗糖溶液中，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，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，导致保卫细胞又吸水，即这个过程气孔开放程度先减小后增大，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,不会出现丙曲线,D 错误。

4. ACD 突破点 ▶ 图表分析—主动运输的类型

【解析】根据题图可知,方式 a 中利用了离子梯度动力,并且需要载体蛋白,属于协同转运,“■”的运输方向是高浓度到低浓度,“▲”的运输方向是低浓度到高浓度,故题图中方式 a 是利用物质“■”的梯度动力运输物质“▲”,A 错误;方式 b 中的载体蛋白是 ATP 驱动泵,利用 ATP 水解供能,因此该驱动泵可能具有催化 ATP 水解的功能,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存在,而细菌只有核糖体一种细胞器,因此该驱动泵一般不会分布在类囊体薄膜上,C 错误;方式 b 是主动运输,葡萄糖通过协助扩散的方式进入哺乳动物红细胞,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

- (1) 主动运输一般为逆浓度梯度运输,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) 需要消耗能量,但能量不一定由 ATP 直接提供。能量供应有三种类型:利用 ATP 水解直接供能;利用协同转运的物质的浓度梯度动力;利用光能。

刷提分

1. D 突破点 ▶ 信息提取—水分子进出细胞的原理

【解析】题表中 3、4 组(混合溶液)根的总长度明显高于 1、2 组(单一溶液),说明 3、4 组单盐毒害现象减弱,再结合题干中单盐毒害的概念推测单盐毒害现象与外界盐溶液浓度太高导致植物细胞渗透失水无关,A 错误;海水中含有多盐,而 NaCl 溶液中只含有一种盐,因此海藻可能会发生单盐毒害,B 错误; 0.12 mol/L NaCl 溶液中离子浓度是 0.24 mol/L , $0.12 \text{ mol/L CaCl}_2$ 溶液中离子浓度为 0.36 mol/L ,因此若植物细胞在 2 组溶液发生质壁分离,在 1 组溶液中不一定发生质壁分离,C 错误;1、2 组实验的自变量是单盐的种类,实验结果为根的总长度有差异,说明单盐毒害程度可能与单盐的类型有关,D 正确。

2. CD 考查点 ▶ 主动运输

【解析】分析题图可知,胞外信号分子与相应受体结合后,通过 Ca^{2+} 、cAMP 促进 $\text{H}^+-\text{K}^+-\text{ATP}$ 酶的作用,从而促进 H^+ 和 K^+ 的转运,进而促进胃酸分泌,A 正确;分析题图可知, H^+ 运到膜外胃腔需要质子泵协助,并且消耗 ATP 水解释放的能量,运输方式为主动运输,且质子泵每次转运离子时都会发生自身构象的改变,B 正确;胃酸分泌需要依赖胃壁细胞的质子泵($\text{H}^+-\text{K}^+-\text{ATP}$ 酶),若促进 $\text{H}^+-\text{K}^+-\text{ATP}$ 酶的活性,会使胃酸分泌增多,不能治疗胃酸过多,C 错误;胃蛋白酶属于分泌蛋白,其合成场所是核糖体(无膜结构),加工、运输过程中需要内质网、高尔基体等细胞器参与,中心体与动物细胞的有丝分裂有关,不参与胃蛋白酶的合成、加工、运输,D 错误。

3. (1) 细胞膜和液泡膜上 发生 (2) 主动运输 减少 由于 H^+ 通过主动运输逆浓度梯度运出细胞,需要 ATP 为其提供能量,使用 ATP 抑制剂处理细胞, H^+ 运出细胞减少,细胞膜内外的 H^+ 浓度差减小,而 Na^+ 的排出依赖于 H^+ 浓度差提供的电化学势能,因此 Na^+ 排出量减少 (3) 水稻根部细胞会通过 SOS1 和 NHX 在消耗 H^+ 浓度梯度的情况下将 Na^+ 分别转运至细胞外和液泡内,进而维持细胞质基质中较低的钠环境 (4) 具有一定的流动性

突破点 ▶ 信息提取—物质出入细胞的方式

题图解读

分析题图,根细胞的细胞质基质中 pH 为 7.5,而细胞膜外和液泡膜内 pH 均为 5.5,细胞质基质中 H^+ 含量比细胞膜外和液泡膜内低, H^+ 运输到细胞膜外和液泡内是逆浓度梯度运输,运输方式为主动运输。SOS1 将 H^+ 运进细胞质基质的同时,将 Na^+ 排出细胞。NHX 将 H^+ 运入细胞质基质的同时,将 Na^+ 运输到液泡内。

【解析】(1) 题图各结构中 H^+ 浓度存在明显差异,这种差异主要由位于细胞膜和液泡膜上的 H^+-ATP 泵来维持,即通过该结构维持了细胞质基质中较适宜的 pH 环境。 H^+-ATP 泵是一种载体蛋白,在转运 H^+ 时,其构象会发生改变,进而实现了 H^+ 的逆浓度梯度转运。

(2) 依据题图中 H^+ 的分布特点, Na^+ 转运到胞外的运输方式是主动运输,该过程消耗的是细胞膜内外的 H^+ 浓度差提供的电化学势能。若使用 ATP 抑制剂处理细胞,则 H^+-ATP 泵无法维持题图各结构中 H^+ 的浓度差,因而 Na^+ 的排出量会明显减少,其原因是 H^+ 通过主动运输逆浓度梯度运出细胞,需要 ATP 为其提供能量,使用 ATP 抑制剂处理细胞后, H^+ 运出细胞减少,导致膜两侧的 H^+ 浓度差减小,而 Na^+ 的排出依赖于 H^+ 浓度差,因此 Na^+ 的排出量减少。

(3) 据题图分析可知,在盐胁迫条件下,当盐浸入到水稻根周围的环境时, Na^+ 顺浓度梯度进入根部细胞,而后根部细胞会通过题图中的 SOS1 和 NHX 将 Na^+ 分别转运至细胞外和液泡内,进而维持细胞质基质中较低的钠环境,保证细胞质基质中代谢过程的正常进行。

(4) 耐盐水稻的叶片背面有一粒粒白色的盐分结晶,它们是由盐腺细胞中大量的小囊泡经过融合过程分泌出来的,该过程依赖于细胞膜的流动性,因而体现了细胞膜的结构特点是具有一定的流动性。

第 2 节 酶和 ATP

刷基础

1. B 考查点 ▶ 酶的作用和特性

【解析】酶促反应过程中,底物会与酶的活性中心结合,从而发生反应,故在制作“姜撞奶”的反应过程中,底物与生姜蛋白酶的活性中心结合,A 正确;由题干信息可知,凝乳中含有蛋白质,双缩脲试剂可与蛋白质中含肽键的结构反应呈现紫色,所以将凝乳用双缩脲试剂进行检测会有紫色产生,B 错误;酶的活性受温度、pH 等因素影响,姜汁的用量会影响生姜蛋白酶的含量,这些因素均会影响姜汁凝乳的效果,C 正确;酶具有专一性,即一种酶只能催化一种或一类化学反应,生姜蛋白酶并不能水解所有蛋白质与其底物特异性有关,D 正确。

2. D 考查点 ▶ 影响酶促反应速率的因素及曲线分析

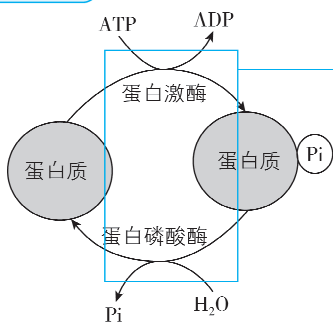
【解析】实验甲研究底物浓度对酶促反应速率的影响,自变量是底物浓度,实验乙研究酶浓度对酶促反应速率的影响,自变量是酶浓度,两个实验的因变量都是酶促反应速率,A 正确;酶促反应指的是在酶的催化作用下底物转变为产物的过程,因此酶促反应速率可通过检测单位时间内产物的生成量或底物的消耗量来表示,B 正确;实验甲、乙的自变量分别是底物浓度和酶浓度,其他影响实验的因素均为无关变量,包括温度、pH 等,实验时无关变量需要保持相同且适宜,C 正确;实验甲在一定范围内随着底物浓度的增大酶促反应速率加快,当底物浓度达到一定值后酶促反应速率基本不变,说明不同底物浓度下酶的量并不是充足的,实验乙酶浓度越大酶促反应速率越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

【解析】酶和底物结合后，酶的某些位点如活性位点的空间构象可能发生改变，A 正确；依题意，酶反向竞争性抑制剂的结合位点和底物与酶的结合位点是不同的，因此增大底物浓度不会降低酶反向竞争性抑制剂的作用效果，B 正确，C 错误；酶反向竞争性抑制剂会与酶—底物复合物结合使底物无法正常释放，酶也无法继续起催化作用，因此会降低最大酶促反应速率，D 错误。

4. C 考查点 ▶ 蛋白质的磷酸化和去磷酸化

题图解读



蛋白激酶能催化蛋白质的磷酸化，此过程需要ATP水解供能，并将磷酸基团转移到蛋白质上；蛋白磷酸酶能催化蛋白质的去磷酸化过程，在蛋白磷酸酶的催化作用下，可以水解磷酸化蛋白质的磷酸酯键，移除磷酸基团

【解析】细胞膜上载体蛋白磷酸化后其空间结构会发生改变，使载体蛋白发挥运输功能，A 正确；类囊体薄膜上可进行光反应过程，水的光解产生的 H^+ 和 e^- 可被 $NADP^+$ 接受，形成 $NADPH$ ，B 正确；胰岛素的受体在细胞膜上，不在细胞内，C 错误；转录因子磷酸化后被激活，会影响 RNA 聚合酶与启动子的结合，从而调控相关基因的表达，D 正确。

易错警示 磷酸化和去磷酸化

在相应的位置上，加上磷酸基团称为磷酸化，将磷酸基团去除称为去磷酸化。腺苷二磷酸加上磷酸基团的过程若发生在叶绿体内，称为光合磷酸化；腺苷二磷酸加上磷酸基团的过程若发生在线粒体内，称为氧化磷酸化。这两种磷酸化过程中，都伴随着能量向 ATP 的转移。若蛋白质分子加上磷酸基团，称为蛋白质分子的磷酸化，已磷酸化的蛋白质分子去除磷酸基团，称为蛋白质分子的去磷酸化。蛋白质分子的磷酸化过程，往往伴随着 ATP 的水解，ATP 的水解可为其提供磷酸基团。

刷提分

1. B 突破点 ▶ 图表分析—探究酶用量及水解温度条件

【解析】由题干信息可知，鸡蛋蛋清中含蛋白酶抑制因子，若直接进行实验，其会抑制蛋白酶的作用，所以，适度预热可使蛋白酶抑制因子失活，使蛋白酶充分发挥作用，A 正确；酶浓度影响酶促反应速率，但并不影响酶活性，题图 1 中，随着酶浓度增加，水解度及可溶性多肽含量增加速率减小是因为底物限制导致酶促反应速率逐渐达到饱和而不是酶活性降低，B 错误；由题图 1 可看出，底物浓度和酶浓度等比时，水解度达到最高，所以探究蛋白酶的最适水解温度条件时，选择的最佳酶浓度应和底物浓度相等，C 正确；60℃ 时水解度降低是因为高温导致酶的空间结构改变，酶活性降低，D 正确。

2. (1) ①维持酶发挥作用所需的适宜 pH ②终止酶促反应 37℃ 保温(或反应开始) ③测定的吸光度(OD 值)与反应前的标准溶液吸光度(OD 值) (2)持续提高 在一定质量浓度范围内，酶活性随蔗糖质量浓度的增加先上升后下降 (3)培养液+L-ASNase+正常淋巴细胞 缺乏、缺乏

突破点 ▶ 实验探究—L-ASNase 的活性测定

【解析】(1) ①磷酸盐缓冲液的作用是维持酶发挥作用所需的适宜 pH，确保酶在适宜 pH 条件下发挥其催化活性。②三氯乙酸

是一种强酸,能够迅速使酶变性失活,从而达到终止酶促反应的目的,在酶活性测定中,通常需要在特定时间点终止反应,以便准确测定反应产物的量。对照组应在 37°C 保温(或反应开始)前加入三氯乙酸,以确保没有酶促反应发生,从而作为空白对照。③计算酶活性时需将测定的吸光度(OD 值)与反应前的标准溶液吸光度(OD 值)进行比对,从而计算出 L-ASNase 活性。

(2)由题图 2 可知,在一定质量浓度范围内,随着蔗糖质量浓度的增加,OD₆₀₀ 的值逐渐增加,由于 OD 值的大小与被测物质浓度或微生物数量成正比,因此说明菌体量和 L-ASNase 产量持续提高。酶活性与蔗糖质量浓度的关系是在一定质量浓度范围内,酶活性随蔗糖质量浓度的增加先上升后下降。

(3)实验的目的是验证 L-ASNase 对淋巴瘤细胞的生长、增殖具有抑制作用。本实验的自变量为淋巴细胞的种类,因变量为细胞内和培养液中 L-天冬酰胺的含量。因此对照组应设计为培养液+L-ASNase+正常淋巴细胞。预期实验结果为实验组培养液和细胞内 L-天冬酰胺含量分别表现为缺乏、缺乏,细胞不能正常生长、增殖,这是因为淋巴瘤细胞自身不能合成 L-天冬酰胺,且 L-ASNase 可催化培养液中的 L-天冬酰胺分解,导致淋巴瘤细胞缺乏 L-天冬酰胺,抑制其生长、增殖。

第 3 节 细胞呼吸的原理及应用

刷基础

1. D 考查点 ▶ 细胞呼吸原理在生产和生活中的应用

【解析】“酒冷沸止,米有不消者,便是曲势尽”,沸止的原因是随着发酵进行,pH 下降、酒精浓度升高对酵母菌产生毒害作用,导致发酵过程中有米粒剩余,A 错误;“于屋下作荫坑,坑内近地凿壁为孔”,荫坑可提供低温条件,凿壁为孔可适当通气,说明应在低温、一定湿度、低氧条件下储存果蔬(易错:一定的低氧条件下,细胞有氧呼吸和无氧呼吸速率都低,总呼吸作用弱,适合储藏果蔬),而不是干燥条件,干燥条件下储存会使果蔬失去水分,B 错误;做泡菜时主要利用的是乳酸菌的无氧呼吸,而不是酵母菌,且酵母菌无氧呼吸产生酒精,不是泡菜制作所需的发酵过程,C 错误;“锄不厌数,勿以无草而中缀”中“锄”可以增加土壤透气性,可以促进土壤中需氧型的尿素分解菌分解尿素,D 正确。

2. D 突破点 ▶ 信息提取—细胞呼吸的影响因素

【解析】葡萄糖不能进入线粒体,A 错误;丙酮酸转运蛋白主要在线粒体内膜上,可以将丙酮酸运至线粒体基质,B 错误;小鼠无氧呼吸的产物是乳酸,不产生 CO_2 ,C 错误;敲除了 YBX1 基因的小鼠细胞的耗氧速率是正常水平的 2 倍,说明 YBX1 蛋白抑制细胞呼吸,若 YBX1 蛋白的含量增多,则细胞消耗 O_2 的速率可能会下降,D 正确。

易错警示

细胞呼吸可以分为有氧呼吸和无氧呼吸两类,有氧呼吸分为三个阶段,分别为葡萄糖在细胞质基质分解为丙酮酸和 $[\text{H}]$ 并释放少量能量,丙酮酸和水在线粒体基质反应生成二氧化碳和 $[\text{H}]$ 并释放少量能量,氧气和 $[\text{H}]$ 在线粒体内膜上生成水并释放大量能量三个过程。而无氧呼吸是在没有氧气的条件下进行的,其第一阶段与有氧呼吸的第一阶段完全相同,产生的丙酮酸在细胞质基质被分解为乳酸或酒精和二氧化碳。

3. 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。

易错警示

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

4. ABC 考查点 ▶ 无氧呼吸与有氧呼吸的过程

题图解读

①~④过程分别表示呼吸作用第一阶段,有氧呼吸第二、三阶段,丙酮酸转化为丙氨酸,产乳酸无氧呼吸第二阶段。

【解析】由题图解读可知,①②过程表示有氧呼吸过程,有氧呼吸过程为放能反应,A 错误;题图中②过程为有氧呼吸的第二、三阶段,可分别发生在线粒体基质、线粒体内膜上,根据题目信息可知,线粒体中 ATP 增多会使酶 X 被磷酸化而失活,从而导致 CO_2 产生速率降低,B 错误;有氧呼吸第一、二阶段产生的 $[\text{H}]$ 会在第三阶段与 O_2 结合生成水,故有氧呼吸过程产生的水中的氧来自 O_2 ,C 错误;题图中①④过程为产生乳酸的无氧呼吸,该过程葡萄糖中能量的去路有转化为热能散失、储存在 ATP 中和存留在乳酸中,D 正确。

5. B 考查点 ▶ 细胞呼吸过程

【解析】①过程是葡萄糖进入细胞的过程,葡萄糖进入人体成熟的红细胞的方式是协助扩散,不需要消耗能量,A 错误;⑥过程是丙酮酸转化成脂肪的过程,说明细胞呼吸某个阶段的产物可以转化为其他物质参与其他代谢反应,即细胞呼吸是生物体代谢的枢纽,B 正确;⑤过程是无氧呼吸的第二阶段,不释放能量,不会产生 ATP,C 错误;人体成熟的红细胞只进行无氧呼吸,即题图中的①②⑤过程,D 错误。

易错警示

不能正确辨析细胞呼吸过程中能量的去向

(1) 有氧呼吸过程中,葡萄糖等有机物彻底氧化分解,释放大量能量,释放出的能量大部分以热能形式散失,少部分储存在 ATP 中。

(2) 无氧呼吸过程中,葡萄糖的氧化分解不彻底,只有第一阶段释放少部分能量,大部分储存在酒精或乳酸中。

刷 提分

1. AC 突破点 ▶ 信息提取—脂肪与糖类的功能比较

【解析】与相同质量的糖类相比,脂肪彻底氧化分解释放的能量更多,原因是脂肪中氧的比例少而氢的比例多,其彻底氧化分解消耗的氧气多,释放的能量也多,A 正确;由题图可知,人进行低强度运动时,脂肪酸消耗占比最高,B 错误;人在高强度运动下脂肪供能占比极少,肌糖原供能占主导,C 正确;分析题图可知,在中、低强度运动情况下,脂肪酸和骨骼肌的脂肪供能占比较多,

故进行较长时间的中、低强度运动更有利于肥胖人群减肥,D 错误。

2. D 突破点 ▶ 图表分析—无氧呼吸和有氧呼吸的过程

【解析】在没有氧气存在的情况下,丙酮酸分解产生酒精和二氧化碳时会消耗 NADH,细胞质基质中不会有 NADH 的积累,A 错误;苹果酸和草酰乙酸间的相互转化是不同的酶催化的反应,场所也不同,不是可逆反应,B 错误;线粒体基质中的 NADH 除直接来源于有氧呼吸的第一、二阶段,还可来源于苹果酸转变成草酰乙酸的过程,C 错误;上述机制表明 O_2 充足时,细胞质基质中的 NADH 被消耗,丙酮酸不能分解产生酒精,D 正确。

刷有所得

细胞呼吸中 NADH 和 ATP 的来源和去路的比较

物质	来源	去路
NADH	有氧呼吸: $C_6H_{12}O_6$ 和 $C_3H_4O_3$ 的分解;无氧呼吸: $C_6H_{12}O_6$ 分解	有氧呼吸:与 O_2 结合生成水; 无氧呼吸:还原丙酮酸
ATP	有氧呼吸:三个阶段都产生;无氧呼吸:只在第一阶段产生	用于各项生命活动

3. AD 突破点 ▶ 细胞呼吸曲线

【解析】分析题图,第 2~4 h 内,甲发酵罐内有 O_2 存在,酵母菌能进行有氧呼吸,且有酒精生成,即也进行无氧呼吸,A 正确。甲、乙中的酵母菌在 A 点时产生的酒精量相同,但产生相同酒精量无氧呼吸所用的时间不同,即速率不同,B 错误。甲、乙分别在 C 点和 B 点时达到了平衡,酒精量不再增加,即不再进行产生酒精的无氧呼吸,C 错误。初始时甲发酵罐中 O_2 含量为 6 mol,则有氧呼吸产生 CO_2 也为 6 mol,甲发酵罐最终生成酒精的物质的量为 18 mol,则无氧呼吸产生 CO_2 的物质的量也为 18 mol,共产生 CO_2 24 mol;乙发酵罐最终生成酒精的物质的量为 15 mol,则无氧呼吸产生 CO_2 的物质的量也为 15 mol;因此在实验结束时甲、乙两发酵罐中产生的 CO_2 量之比为 24 : 15 = 8 : 5,D 正确。

易错警示

呼吸作用中各物质之间常见的比例关系(以葡萄糖为底物且无氧呼吸产生酒精和 CO_2 的细胞呼吸)

- (1) 有氧呼吸(物质的量之比)为葡萄糖 : O_2 : CO_2 = 1 : 6 : 6。
- (2) 无氧呼吸(物质的量之比)为葡萄糖 : CO_2 : 酒精 = 1 : 2 : 2。
- (3) 消耗等量的葡萄糖时,无氧呼吸与有氧呼吸产生的 CO_2 的物质的量之比为 1 : 3。
- (4) 消耗等量的葡萄糖时,有氧呼吸消耗的 O_2 的物质的量与有氧呼吸和无氧呼吸产生的 CO_2 的物质的量之和的比为 3 : 4。

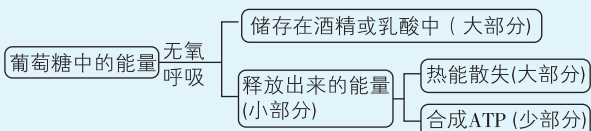
$$\frac{n_{(CO_2)}}{n_{(O_2)}} \begin{cases} \text{等于 } \frac{4}{3} \Rightarrow \text{有氧呼吸和无氧呼吸消耗葡萄糖的速率相等} \\ \text{大于 } \frac{4}{3} \Rightarrow \text{无氧呼吸消耗葡萄糖的速率大于有氧呼吸} \\ \text{小于 } \frac{4}{3} \Rightarrow \text{有氧呼吸消耗葡萄糖的速率大于无氧呼吸} \end{cases}$$

4. B 突破点 ▶ 图表分析—呼吸链

【解析】①和②过程均发生在细胞质基质中,①过程能形成 ATP,②过程为无氧呼吸第二阶段,不能形成 ATP,A 错误;据题图可

知,呼吸链传递的 e^- 来自 NADH 和琥珀酸,最终受体为 O_2 ,B 正确; I、III、IV 均在传递 e^- 的同时转运 H^+ ,形成膜两侧 H^+ 浓度差,但 II 不转运 H^+ ,C 错误;呼吸链受损后,动物细胞中的丙酮酸主要通过②过程进行分解,细胞呼吸释放的能量会明显减少,葡萄糖中的能量大部分存留在乳酸中,D 错误。

关键点拨



5. (1) 主动运输 (2) 放能 $C_3H_4O_3 + 3H_2O \xrightarrow{\text{酶}} 3CO_2 + 10[H] + \text{能量 (少量)}$ (3) 低 酒精 ZD 根部细胞较长时间进行无氧呼吸导致能量供应不足,液泡膜上 H^+ 运输减缓,细胞质基质中 H^+ 积累;无氧呼吸产生的乳酸使细胞质基质 pH 降低

突破点 ▶ 实验探究—玉米的能量供应

【解析】(1) 由题图 1 可知,光合作用的部分产物蔗糖进入筛管,通过韧皮部运输到玉米的根部进入细胞时依赖细胞内外 H^+ 浓度差提供的电化学梯度,并需要根部细胞膜上相应载体蛋白的转运,因此蔗糖最终通过主动运输进入根部细胞。

(2) 由葡萄糖转化为丙酮酸的过程会释放能量,属于放能反应;细胞质基质中的丙酮酸进入线粒体被彻底分解的化学反应简式为 $C_3H_4O_3 + 3H_2O \xrightarrow{\text{酶}} 3CO_2 + 10[H] + \text{能量 (少量)}$ 。

(3) 由题图 3 可知,相比不耐淹玉米,耐淹玉米中 LDH 的活性更低;随处理时间延长耐淹玉米中 LDH 活性较低,而 PDC 和 ADH 的活性相对较高,所以可能产生更多的酒精,酒精可通过自由扩散运出细胞,降低对细胞的毒害作用;由题意可知,ZD 不耐淹的原因是 ZD 根部细胞较长时间进行无氧呼吸导致能量供应不足,液泡膜上 H^+ 运输减缓,细胞质基质中 H^+ 积累;无氧呼吸产生的乳酸积累使细胞质基质 pH 降低,可能会引起细胞酸中毒。

第 4 节 光合作用与能量转化

刷基础

1. D **考查点** ▶ 探索光合作用原理的实验

【解析】卡尔文用经过 ^{14}C 标记的 $^{14}CO_2$ 供小球藻进行光合作用,通过追踪放射性 ^{14}C 的去向,探明了 CO_2 中的碳在光合作用过程中转化为有机物中的碳的途径,A 正确;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称为希尔反应,希尔反应说明水的光解和糖的合成不是同一个化学反应,B 正确;阿尔农发现在光照下,叶绿体可以合成 ATP,并且叶绿体合成 ATP 的过程总是与光的水的光解相伴随,C 正确;鲁宾和卡门采用同位素标记法分别标记 CO_2 和水中的 O,进行实验证明光合作用释放的 O_2 来自水,D 错误。

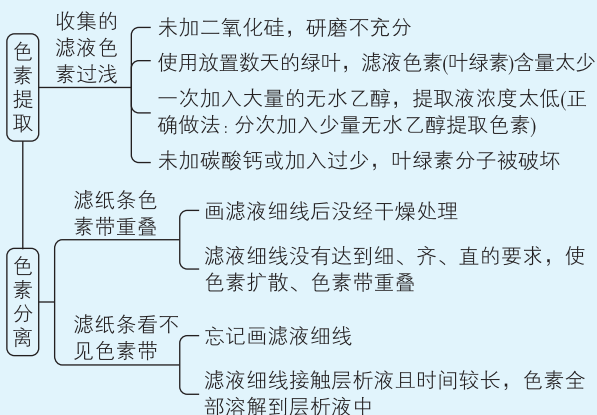
2. C **考查点** ▶ 绿叶中色素的提取和分离实验

【解析】实验研磨操作中若加入的二氧化硅(有助于研磨充分)过少,提取的光合色素较少,会导致所有色素环颜色变浅;如果加入的碳酸钙(防止研磨过程中叶绿素被破坏)过少,会导致叶绿素被破坏,但不会影响类胡萝卜素的量,所以只有部分色素环变浅,A 错误。实验中对研磨液过滤时采用滤纸过滤,会使色素吸附在滤纸上,可能会导致实验失败,B 错误。光合色素主要吸

收红光和蓝紫光,对绿光吸收量最少,大部分绿光被反射,使植物的叶片呈现绿色,C 正确。叶绿素的合成需要 Mg^{2+} ,但类胡萝卜素的合成不需要 Mg^{2+} ,D 错误。

刷有所得

绿叶中色素的提取与分离实验异常现象分析



3. ABC 突破点 ▶ 实验探究—探究不同苜蓿品种的生长情况

题表解读

苜蓿品种和每天光照处理时间是自变量,对于无关变量,如植株材料的选择需要保持相同且适宜,故应选择状态良好、长势相同的苜蓿植株

平均株高/cm 品种 \ 光照时间	8 h/d	12 h/d	16 h/d
甲	4	52	89
乙	28	53	91
丙	50	53	91

从表中数据可知,光照时间为16 h/d时,三个品种的苜蓿的平均株高均最大

【解析】该实验有3个苜蓿品种(甲、乙、丙),3种光照时间(8 h/d、12 h/d、16 h/d),每个处理重复6组,则共需要设置的组数为 $3 \times 3 \times 6 = 54$ (组),A 正确;从实验设计来看,该实验是探究不同苜蓿品种在不同光照时间下的生长情况,所以自变量是光照时间和苜蓿品种,B 正确;由题表数据可知,在16 h/d的光照时间下,三个品种苜蓿的平均株高在对应品种中都是最高的,所以在该实验中,16 h/d的光照时间适宜苜蓿生长,C 正确;在某些不利条件下,苜蓿会通过休眠降低代谢强度、减缓生长,在光照时间为8 h/d时,甲品种苜蓿的平均株高最低,所以最可能处于休眠状态的是甲,D 错误。

4. C 考查点 ▶ 光合作用的物质变化

【解析】由于该实验中该实验的材料为离体的叶绿体,不存在呼吸作用,所以测出的 O_2 释放速率为总光合作用速率,A 错误;题图乙所示结构为叶绿体类囊体薄膜,B 错误;题图乙发生的代谢过程中,光能转化为 D($NADPH$)和 F(ATP)中活跃的的化学能,C 正确;题图甲中阴影部分的面积表示光照约20 s的过程中,由于暗反应速率慢,导致光反应产生的 $NADPH$ 、ATP 无法被及时利用,留下来的积累量,而不是一个光周期内的积累量,D 错误。

易错警示

连续光照和间隔光照下的有机物合成量分析

- (1) 光反应为暗反应提供的 $NADPH$ 和 ATP 在叶绿体基质中会有少量的积累,在光反应停止时,暗反应仍可持续进行一段时间,有机物还能继续合成。
- (2) 在总光照时间、总黑暗时间均相同的条件下,光照和黑暗间隔处理比一直连续光照处理的有机物积累量要多。

刷提分

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，无叶绿体结构，A 错误；依题意，题图表示蓝细菌的 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 可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，蓝细菌细胞膜上的 HCO_3^- 转运蛋白量会增加，即为暗反应提供的 CO_2 增加，暗反应速率增加，促使光反应速率增加，从而使光合速率增加，C 正确；依题意， O_2 和 CO_2 竞争性结合 R 酶的同一点，蓝细菌的 CO_2 浓缩机制可提高 R 酶周围的 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，R 酶发挥作用后会促进 CO_2 固定，提高光合作用速率，有机物积累增加，D 错误。

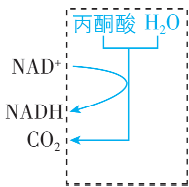
2. ACD 突破点 ▶ 图表分析—影响光合作用的因素

【解析】花生种子内脂肪含量较高，萌发时氧化分解耗氧多，适合浅播，A 正确；玉米间作产量超过单作，花生单作产量超过间作，且花生作为油料作物市场单价更高，所以玉米、花生间作的经济价值不一定大于二者单作，B 错误；玉米单作时相互遮盖，不利于通风，间作可增大行距，利于通风，使玉米充分利用二氧化碳，光合作用增强，C 正确；花生根部的根瘤菌具有固氮作用，能提高土壤肥力，花生和玉米根系深度不同，利用矿质元素含量有差异，因此二者间作可以充分开发和利用土壤肥力，D 正确。

3. D 突破点 ▶ 图表分析—叶绿体中色素的种类、含量及功能

【解析】盐地碱蓬细胞从土壤中吸收的无机盐大多数以离子的形式存在，A 错误；甜菜红素是储存在盐地碱蓬液泡中的色素，但不是光合色素，B 错误；对比 CT(对照组)和 T_1 (低温胁迫)的实验结果可知， T_1 叶绿素含量明显降低，而类胡萝卜素的含量基本不变，说明低温胁迫对盐地碱蓬叶绿素的影响程度比类胡萝卜素的高，C 错误；分析题表数据可知， T_3 (低温+高盐胁迫)叶绿素含量的下降幅度大于 T_1 和 T_2 叶绿素含量的下降幅度，说明低温胁迫和高盐胁迫在降低盐地碱蓬叶绿素含量方面具有协同关系，D 正确。

4. (1)



(2) NADPH 和 ATP 逐渐耗尽导致 C_5 无法再生，光呼吸因缺乏 C_5 和 ATP 而逐渐减弱 (3) ①H 蛋白含量增加促进光呼吸，消耗过剩能量 ②GDC 酶在非光合组织中含量极低，仅提高 H 蛋白含量不足以增强脱羧反应(或增强的脱羧反应会使线粒体内 NADH/NAD^+ 升高，导致有氧呼吸因 NAD^+ 供应不足而减弱) (4) 适当提高大棚内 O_2 的相对含量、适量使用光呼吸促进剂等 (答出 1 点，合理即可)

考查点 ▶ 环境条件骤变时光合作用过程中各物质含量变化

【解析】(1) 细胞呼吸代谢途径与光呼吸存在交集，虚线框对应的场所是线粒体基质，且与 NAD^+ 、 NADH 、 CO_2 等物质的变化有关，据此推测是有氧呼吸的第二阶段，即丙酮酸和水反应生成 CO_2 和 NADH ，并释放出少量能量的过程，具体结果见答案。

(2) 由题图 1 分析，光呼吸的过程是 C_5 和 O_2 结合生成 C_2 和 C_3 ， C_2 在 GDC 酶的作用下生成 C_3 和 CO_2 ，故光呼吸的底物是 C_5 和 O_2 。光反应进行时，将光能转化成了 NADPH 和 ATP 中活跃的的化学能，在光合作用暗反应阶段，在有关酶的催化作用下， C_3 接受 ATP 和 NADPH 释放的能量，并且被 NADPH 还原，一些接受

能量并被还原的 C_3 在酶的作用下经过一系列的反应转化为糖类;另一些接受能量并被还原的 C_3 ,经过一系列变化又形成 C_5 。光反应停止后,NADPH 和 ATP 逐渐耗尽,导致 C_5 无法再生,光呼吸因缺乏 C_5 和 ATP 而逐渐减弱,进而导致叶片 CO_2 释放量下降。

(3)①强光下,光、暗反应失衡,过剩能量会转移给 O_2 形成氧自由基。H 组的 H 基因全株过量表达,HS 组的 H 基因在叶细胞特异性过量表达,因此推测,H 蛋白含量增加促进光呼吸,消耗过剩能量,从而减少氧自由基的含量,使叶绿体的膜损伤程度降低,有利于光反应强度的维持,故 H 组和 HS 组光合速率高于 WT 组。②GDC 酶能催化 C_2 和 NAD^+ 转化为 C_3 、 CO_2 、NADH(即脱羧反应),GDC 酶主要分布在叶肉细胞,在非光合组织中含量极低,H 蛋白是其重要组分,但仅提高 H 蛋白含量可能不足以增强脱羧反应或者增强的脱羧反应会使线粒体内 NADH/ NAD^+ 升高,导致有氧呼吸因 NAD^+ 供应不足而减弱,所以该同学认为题述解释不合理。

(4)若要在强光下提高大棚蔬菜产量,除“在叶中过量表达 H 基因”外,还可以通过其他方法促进叶细胞的光呼吸,所以适当提高大棚内 O_2 的相对含量或适量使用光呼吸促进剂等都是可采取的措施。

5. (1) 光能→ATP 和 NADPH 中活跃的的化学能→有机物中稳定的化学能 (2) 气孔开度降低,但胞间 CO_2 浓度却升高 RuBP 羧化酶活性下降 (3) $a \rightarrow c \rightarrow b$ 玉米黄质(b) 12:00 时光照强度最大,玉米黄质(b) 含量+环氧玉米黄质(c) 含量最高,环氧玉米黄质(c) 的含量在一天中相对不变 (4) 使大豆在叶片遮蔽时可以利用更多的光能,提高光合作用效率,提高大豆的产量

突破点 ▶ 实验探究—叶黄素循环的热耗散机制

【解析】(1) 正常光照情况下,光合色素吸收的光能转化为 ATP 和 NADPH 中活跃的的化学能,再转变为糖类等有机物中稳定的化学能。

(2) 题图甲数据显示高温强光组与对照组相比,气孔开度下降,但胞间 CO_2 浓度却上升,说明光合速率降低不是气孔因素引起的。从题图甲可以看出,RuBP 羧化酶的活性降低,该酶可以催化 CO_2 固定,所以 C_3 的合成速率下降,导致光合速率降低。

(3) 结合题图乙可知,随光照增强,a 含量下降,b+c 含量上升,环氧玉米黄质(c) 的含量在一天中相对平稳,说明 c 最可能是中间物质,故三种叶黄素的相互转化关系为 $a \rightarrow c \rightarrow b$ 。由题图乙结果可知,12:00 时光照强度最大,玉米黄质(b) 含量+环氧玉米黄质(c) 含量最高,且环氧玉米黄质(c) 的含量在一天中相对平稳,因此,三种叶黄素中光能耗散能力最强的是玉米黄质(b)。

(4) 在强光下,叶黄素循环被激活,让过量的光能耗散,以保护叶片等免受伤害,研究者设法缩短了大豆叶黄素循环关闭所需的时间,从而使大豆在叶片遮蔽时可以利用更多的光能,提高光合作用效率,提高大豆的产量。

专题 1 特殊代谢途径

刷 难关

1. (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量更多,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。

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 PEPC 磷酸化水平低于对照组,苹果酸含量低于对照组

突破点 ▶ 信息提取—CAM 途径

【解析】(1) 提取光合色素时,为保护色素需向研钵加入碳酸钙,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,因此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、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 PEPC 活性,而 PEPCK 在夜间表达水平较高,且 PEPCK 可催化 PEPC 磷酸化,磷酸化后的 PEPC 仍能固定 CO_2 ,所以推测 PEPCK 可通过催化 PEPC 磷酸化减弱苹果酸对 PEPC 活性的抑制作用,这样在夜晚能保证 PEPC 持续固定 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 PEPCK 基因的石莲花,检测指标为夜间检测苹果酸含量和 PEPC 磷酸化水平。因为对照组有

PEPCK 基因,能通过 *PEPC* 磷酸化减弱苹果酸对 *PEPC* 的抑制,从而使 *PEPC* 能在夜晚更好地固定 CO_2 合成苹果酸,所以苹果酸含量和 *PEPC* 磷酸化水平均较高,而实验组敲除了 *PEPCK* 基因,无法通过 *PEPC* 磷酸化减弱苹果酸对 *PEPC* 活性的抑制作用,导致 *PEPC* 固定 CO_2 的能力减弱,苹果酸含量和 *PEPC* 磷酸化水平均较低。故预期结果为实验组 *PEPC* 磷酸化水平低于对照组,苹果酸含量低于对照组。

关键点拨

具有 CAM 途径的植物在干旱条件下的水分利用效率高于 C_3 植物,主要原因是 CAM 途径通过夜间开放气孔固定 CO_2 ,白天关闭气孔进行光合作用,减少了水分的散失,提高了水分利用效率。

3. (1) 叶绿体、核糖体、线粒体 (2) 叶肉 可利用少量的 C_3 和 C_5 持续地将 CO_2 转变为糖类 (3) *PEPC* 与 CO_2 亲和力很强,当胞间 CO_2 浓度较低时,*PEPC* 仍可以较快速率催化 C_4 合成;大量 C_4 在维管束鞘细胞内的 ME 的催化下释放 CO_2 ,从而提高 CO_2 浓度 (4) S R 的 Rubisco 含量低于 R-S 和 R-S-L,但三组 Rubisco 活性却接近

突破点 ▶ 信息提取— C_4 植物的光合作用

【解析】(1) Rubisco 的化学本质是蛋白质,蛋白质的合成场所是核糖体,且合成过程需要线粒体提供能量。Rubisco 由多个大亚基(L)和小亚基(S)以特定方式在叶绿体基质中组装而成,且 L 由叶绿体基因编码,因此玉米细胞中,参与 Rubisco 合成的细胞器有叶绿体、核糖体、线粒体。

(2) ④过程表示 C_3 的还原,所需能量来自光反应产生的 ATP 和 NADPH,维管束鞘细胞的叶绿体缺少基粒结构,无法进行光反应,因此④过程所需能量主要由叶肉细胞的光反应提供。③过程表示 CO_2 的固定,③④构成循环,在物质代谢上具有的优点是可利用少量的 C_3 和 C_5 持续地将 CO_2 转变为糖类。

(3) 由题图 1 可知, CO_2 在 *PEPC* 的作用下先转变为 C_4 ,然后在 ME 的作用下又转化为 CO_2 。已知 *PEPC* 对 CO_2 的亲和力大约是 Rubisco 的 60 倍,使玉米在胞间 CO_2 浓度较低时仍可维持较快的光合速率。有人将 *PEPC* 比作“ CO_2 泵”是因为 *PEPC* 对 CO_2 亲和力很强,当胞间 CO_2 浓度较低时,*PEPC* 仍可以较快速率催化 C_4 合成;大量 C_4 在维管束鞘细胞内的 ME 的催化下释放 CO_2 ,从而提高 CO_2 浓度。

(4) 由题图 2 可知,R、R-S 和 R-L-S 中 Rubisco 含量均高于其他三组,说明 RAF1 蛋白能够促进 Rubisco 的合成,而 R-S 和 R-L-S 中 Rubisco 含量基本相同,说明 RAF1 蛋白辅助 S 亚基的正确组装。由题图 2、3 可知,R 的 Rubisco 含量低于 R-S 和 R-L-S,但三组 Rubisco 活性却接近,说明过量合成的 Rubisco 部分没有活性。

刷有所得

固定 CO_2 的三条途径总结

(1) 相同点:三种途径最终都通过卡尔文循环合成有机物。

(2) 不同点:

① C_3 途径:主要发生在大多数植物如小麦、水稻等的叶肉细胞中。 CO_2 与 RuBP 结合,生成 3-磷酸甘油酸(C_3),最终合成糖类等有机物。效率较低,易受光呼吸影响。② C_4 途径:主要发生在热带植物(如玉米、甘蔗)的叶肉细胞和维管束鞘细胞中, CO_2 与 PEP(磷酸烯醇式丙酮酸)结合,生成草酰乙酸(OAA),再转化为苹果酸或天冬氨酸,运输到维管束鞘细胞释放 CO_2 ,参与卡尔文循环。高效固定 CO_2 ,减少光呼吸损失。③ CAM 途径(景天酸代谢途径):主要发生在干旱地区植物(如仙人掌、景天科植物)中。夜间气孔开放,固定 CO_2 生成苹果酸并储存于液泡中;白天气孔关闭,苹果酸分解释放 CO_2 参与卡尔文循环。适应干旱环境,减少水分流失。

4. (1) 具有 C_3 (2) 高 O_2 含量环境下, 植物会进行光呼吸, 更多的 C_5 和 O_2 结合产生一分子 C_3 和一分子 C_2 , 导致进行光合作用的 C_3 减少, 从而使光合速率下降 光照强度和 O_2 浓度 大于 (3) 细胞质基质和线粒体 高温干旱导致植物气孔关闭, 胞间 CO_2 浓度减小, O_2 所占比例相对增大, 从而促进光呼吸过程 光呼吸能为植物提供更多的 CO_2 , 从而促进光合作用的发生

突破点 ▶ 信息提取—光呼吸

题图解读

分析题图 1: 在高 O_2 环境下, Rubisco 催化 O_2 和 C_5 结合生成一分子 C_3 和一分子 C_2 , C_3 供暗反应使用, C_2 在线粒体转化为 CO_2 。在高 CO_2 环境下, Rubisco 催化 CO_2 与 C_5 结合生成 2 分子 C_3 供暗反应使用。分析题图 2: A 点表示呼吸速率, B 点表示正常氧浓度下的光补偿点。

【解析】(1) 酶具有专一性, 每一种酶只能催化一种或一类化学反应, 故 Rubisco 也具有专一性。据题图 1 可知, 在较高 CO_2 浓度环境中, Rubisco 主要催化 C_5 和 CO_2 结合生成 2 分子 C_3 , 故在较高 CO_2 浓度环境中, Rubisco 催化的反应的主要产物是 C_3 。

(2) 光照强度相同时, 高 O_2 含量环境下大豆植株中 Rubisco 催化 O_2 和 C_5 结合只生成 1 分子 C_3 , 而高 CO_2 条件下可生成 2 分子 C_3 , 高 O_2 条件下净光合速率较低, 其原因是高 O_2 含量环境下, 植物会进行光呼吸, 更多的 C_5 和 O_2 结合产生一分子 C_3 和一分子 C_2 , 导致进行光合作用的 C_3 减少, 从而使光合速率下降。分析题图 2 可知, 在 C 点前, 随着 O_2 浓度下降和光照强度的增加, 净光合速率均在增加, 说明 AC 段影响植株光合速率的主要环境因素是 O_2 浓度和光照强度。题图 2 中 B 点时, 植物的净光合速率等于零, 说明此时植物的总光合速率等于呼吸速率, 即所有叶肉细胞光合作用速率之和与植物体所有细胞呼吸作用之和相等, 故叶肉细胞的光合速率大于呼吸速率。

(3) 绿色植物进行无氧呼吸和有氧呼吸都可能产生 CO_2 , 故其可能产生 CO_2 的场所是细胞质基质和线粒体。高温条件下, 植物气孔关闭, 胞间 CO_2 浓度减小, O_2 所占比例相对增大, 从而促进光呼吸过程, 使光呼吸变强, 此时光呼吸能为植物提供更多的 CO_2 , 从而促进光合作用的发生。

专题 2 细胞呼吸和光合作用的综合应用

1. ABD **考查点** ▶ 光合作用与呼吸作用的综合计算

【解析】1 h 内各组净光合作用积累量 = 光照后与暗处理前质量变化 - 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 × 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 时该植物叶片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 后前三个组的质量分别变为 8 mg、7 mg、6 mg, 再光照 1 h 后又分别变为 13 mg、13 mg、13 mg, 所以, 在光照后, 第一组的净光合作用积累量为 $13 - 8 = 5 (\text{mg})$; 第二组的净光合作用积累量为 $13 - 7 = 6 (\text{mg})$; 第三组的净光合作用积累量为 $13 - 6 = 7 (\text{mg})$, 因此这三个组光照后的净光合作用积累量是不同的, 即该植物叶片释放的氧气量不相等, B 正确。根据 B 项分析可知, 第二组和第三组的净光合速率不同, 因此, 光照时第二、三组的该植物叶片生长不一样快, C 错误。假设原质量都是 10 mg, 暗处理 1 h 后第四组变为 9 mg, 再光照 1 h 后又变为 12 mg, 所以在光照后, 第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 × 时间 = (净光合速率 + 呼吸速率) × 时间 = $(3 + 1) \times 1 = 4 (\text{mg})$, D 正确。

易错警示

“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 的量	固定 CO_2 的量
干物质	有机物的积累量	有机物的生成量

2. ABD 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式较高, 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。

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) 线粒体(或线粒体基质) 自由扩散 下降 (2) 抑制 高 (3) C 组温度较高, 夜间呼吸作用旺盛, 消耗的有机物较多(答案合理即可) (4) 蔗糖 成熟的筛管细胞没有细胞核, 根尖成熟区细胞有细胞核

突破点 ▶ 实验探究— CO_2 浓度和温度升高对拔节期玉米光合作用的影响

【解析】(1) 在晴朗的上午 10 时, 玉米叶肉细胞的光合速率大于呼吸速率, 叶肉细胞不进行无氧呼吸, 因此产生 CO_2 的场所只有

线粒体。 CO_2 的跨膜运输方式为自由扩散。当玉米叶肉细胞的光合作用与有氧呼吸强度相等时,其他不进行光合作用的植物器官也会消耗有机物,因此玉米植株的有机物含量下降。

(2) O_2 与 CO_2 竞争 Rubisco 的活性位点,可知在 CO_2 浓度高时, Rubisco 固定 CO_2 的活性升高。与 A 组相比, B 组 CO_2 浓度高, Rubisco 固定 CO_2 的活性升高,但净光合速率相差不大;与 C 组相比, D 组 CO_2 浓度高, Rubisco 固定 CO_2 的活性升高,但净光合速率显著降低。可推知, CO_2 浓度上升抑制了 PEPC 的活性。比较 A、B 两组的净光合速率差与 C、D 两组的净光合速率差,可知在高温下该抑制作用更强。

(3) 有机物积累量受光合速率和呼吸速率的共同影响, C 组比 A 组的温度高,净光合速率提高,但有机物积累量没有显著提高,其原因可能是在较高温度下,夜间的呼吸作用较为旺盛,消耗的有机物较多。

(4) 玉米光合产物主要以蔗糖形式通过筛管运到植物体其他部位,成熟的筛管细胞与根尖成熟区细胞相比较,两者在结构上的最主要区别是成熟的筛管细胞没有细胞核,根尖成熟区细胞有细胞核。

5. (1) 光反应 与 CK 组相比, EG3 组胞间 CO_2 浓度较高,暗反应 CO_2 供应充足,但叶绿素含量低,光反应减弱 (2) 淀粉大量合成需要呼吸作用提供 ATP;光照诱导 WT 叶绿体中淀粉的水解导致气孔张开;长时间光照可使 WT 保卫细胞中积累较多的淀粉 (3) 干旱促进光合作用产物向根部运输

突破点 ▶ 信息提取—不同光质与水分组合对光合作用的影响

【解析】(1) EG3 组和 CK 组的自变量为水分是否充足,由题图可知,与 CK 组相比, EG3 组胞间 CO_2 浓度较高,说明暗反应 CO_2 供应充足,但叶绿素含量低,光反应减弱,从而使得光合速率降低,因此适度干旱主要影响拟南芥植株光合作用的光反应。

(2) 由题表可知,黑暗结束时以及光照 8 h 后, WT 保卫细胞中的淀粉粒大小远大于 ATP 转运载体突变体中的;而相对于光照 2 h,光照 8 h 后, WT 保卫细胞中的淀粉粒更大。结合题干“淀粉水解后经一系列反应转化为苹果酸进入液泡,以调节气孔状态”,该结果可得出的结论是淀粉大量合成需要呼吸作用提供 ATP,光照诱导 WT 叶绿体中淀粉的水解导致气孔张开,长时间光照可使 WT 保卫细胞中积累较多的淀粉。

(3) 研究发现,干旱胁迫下,为促进根系对水分的吸收从而缓解干旱胁迫,拟南芥的根冠比会升高,从光合产物的分配角度分析,根冠比出现该变化的原因是干旱促进光合作用产物向根部运输。

全章综合提升

刷素养

1. C **突破点** ▶ 信息提取—有氧呼吸过程

【解析】根据题干信息可知,线粒体内膜上的 $\text{F}_0\text{-F}_1$ 可促进 H^+ 的运输,即过程①,从而驱动 ATP 合成,因此抑制线粒体内膜上 $\text{F}_0\text{-F}_1$ 的活性,会降低 ATP 的合成速率, A 错误;根据题图 1 可知,UCP1 介导的 H^+ 的跨膜运输不消耗能量,且需要转运蛋白的协助,其运输 H^+ 的方式属于协助扩散, B 错误;根据题意可知,线粒体内膜两侧 H^+ 浓度梯度越大,线粒体耗氧速率越小, DNP 可使 H^+ 通过过程②进入线粒体基质,从而降低线粒体内膜两侧 H^+ 浓度差,所以 DNP 使耗氧速率增大, C 正确;根据题意可知,寡霉素可抑制 $\text{F}_0\text{-F}_1$ 对 H^+ 的转运,从而抑制 ATP 生成,加入抑制剂 II 后,线粒体内氧气消耗量增加,可能是促进了 ATP 的合成,说明抑制剂 II 不是寡霉素, D 错误。

2. ACD **突破点** ▶ 信息提取—物质跨膜运输方式的判断

【解析】 $\text{H}^+\text{-ATP}$ 酶既是一种载体蛋白,也是一种 ATP 水解酶,通

过水解 ATP 供能进而实现 H^+ 逆浓度梯度转运, A 正确; Na^+/H^+ 逆向转运体顺浓度梯度转运 H^+ , 逆浓度梯度转运 Na^+ , 前者是协助扩散, 后者是主动运输, B 错误; 与正常条件相比, 盐胁迫条件下 H^+-ATP 酶的活性可能更高, 进而有利于消耗 H^+ 的梯度势能将 Na^+ 转运到细胞外, C 正确; 题图显示, 拟南芥磷脂酰肌醇 (PI) 在盐胁迫条件下转变成磷脂酰肌醇-4-磷酸 (PI4P), 解除对 H^+-ATP 酶的抑制, 提高 Na^+/H^+ 逆向转运体的活性, 从而清除细胞中过多的 Na^+ , 有利于维持细胞内部环境的稳定, D 正确。

3. (1) 线粒体基质和叶绿体类囊体薄膜 (2) 阴天时光照强度不足, 光反应产生的 NADPH 和 ATP 较少, 还原的 C_3 较少, 多余的 CO_2 没有被暗反应利用 (3) 与大气 CO_2 浓度组相比, 高 CO_2 浓度组细胞内外 CO_2 的浓度差较大, CO_2 向细胞扩散的速率较快, 因此无需较大的气孔导度即可满足植物对 CO_2 的需求 (4) 黑暗 (或无光) O_2 (或氧气) 甲组水稻吸收 O_2 的量大于 (或等于) 乙组

突破点 ▶ 实验探究— CO_2 浓度对香糯水稻净光合速率和气孔导度的影响

思路分析

分析题图 1 可知, 无论是晴天还是阴天, 高 CO_2 浓度组的净光合速率均高于大气 CO_2 浓度组。分析题图 2 可知, 无论是晴天还是阴天, 高 CO_2 浓度组的气孔导度均小于大气 CO_2 浓度组。

【解析】(1) 在晴天、大气 CO_2 浓度下, 香糯水稻叶肉细胞既进行有氧呼吸也进行光合作用, 香糯水稻叶肉细胞中 H_2O 作为原料参与的生理过程主要为有氧呼吸第二阶段和光合作用的光反应阶段, 分别发生在线粒体基质和叶绿体类囊体薄膜上。

(2) 由于阴天时光照强度不足, 光反应产生的 NADPH 和 ATP 较少, 还原的 C_3 较少, 则消耗的 CO_2 较少, 多余的 CO_2 没有被暗反应利用, 所以晴天时高 CO_2 浓度组和大气 CO_2 浓度组的净光合速率差值较大, 而阴天时这种差值明显缩小。

(3) 植物绿叶通过气孔从外界吸收 CO_2 , 其扩散的速率与浓度差有关, 与大气 CO_2 浓度组相比, 高 CO_2 浓度组细胞内外 CO_2 的浓度差较大, CO_2 向细胞扩散的速率较快, 因此无需较大的气孔导度即可满足植物对 CO_2 的需求, 同时净光合速率更大, 因此无论晴天还是阴天, 高 CO_2 浓度组的气孔导度均小于大气 CO_2 浓度组, 而高 CO_2 浓度组的净光合速率均大于大气 CO_2 浓度组。

(4) 本实验为探究“高 CO_2 浓度是否也会使香糯水稻的呼吸速率增大”, 即自变量为 CO_2 浓度的高低, 因变量为呼吸速率的大小, 由于植物在光下既进行光合作用又进行呼吸作用, 为排除光合作用对实验结果的影响, 应将实验装置置于黑暗条件下。即把甲组置于大气 CO_2 浓度下, 乙组置于高 CO_2 浓度下, 两组均置于黑暗 (或无光) 环境, 其他条件相同且适宜。呼吸速率的大小可用 O_2 的吸收量或 CO_2 的释放量来表示, 根据题意可知, 一段时间后, 测定的是 O_2 的吸收量; 高 CO_2 浓度可能会使呼吸速率不变, 也可能会使呼吸速率变小或变大, 若甲组水稻吸收 O_2 的量大于 (或等于) 乙组, 说明高 CO_2 浓度不会使水稻呼吸速率增大, 否则, 说明高 CO_2 浓度会使水稻呼吸速率增大。

刷真题

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

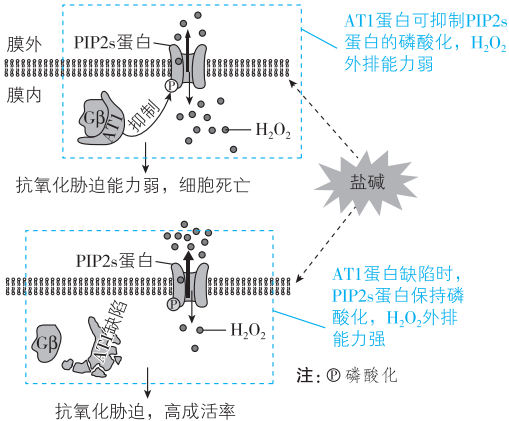
【解析】载体蛋白只容许与自身结合部位相适应的分子或离子通过,说明 ATP、ADP 和 P_i 通过 NTT 时,需要与载体蛋白 NTT 结合,A 错误;NTT 转运 ATP、ADP 和 P_i 是顺浓度梯度运输,不消耗能量,该运输方式符合协助扩散的特点(常考点:协助扩散的特点有①顺浓度梯度转运;②需要转运蛋白;③不消耗能量),B 错误;图中进入叶绿体基质的 ATP 可以由线粒体产生,也可以由在细胞质基质发生的细胞呼吸第一阶段产生,C 错误;光照充足时,光合色素吸收光能,促使叶绿体内的 ADP 和 P_i 反应形成 ATP,通过 NTT 运出的 ADP 数量会减少甚至停止,D 正确。

3. 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。

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. 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。

8. B 命题点 ▶ 酶的特性、实验探究

【解析】Ay3 组与 Ay3-Bi-CB 组比较,Ay3 无论是否与 Bi 结合,均可催化底物 S_1 与 S_2 ,说明 Bi 与 Ay3 的催化专一性无关,B 错误。

9. 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。

10. (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 $[\text{H}]$ (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 $[\text{H}]$ (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)。

11. 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。

12. 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。

13. (1) 基质 ATP 和 NADPH

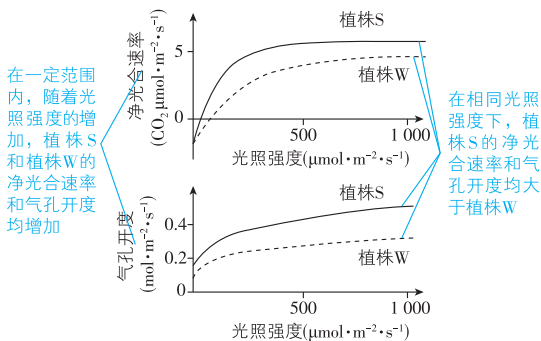
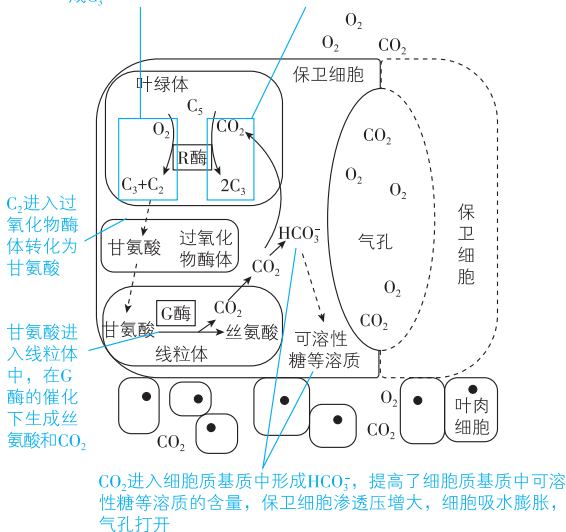
(2) 植株 S 保卫细胞中 G 酶表达量提高, 使更多甘氨酸转化为丝氨酸和 CO_2 , 从而使保卫细胞细胞质中 HCO_3^- 和可溶性糖等溶质增加, 渗透压增大, 细胞吸水, 气孔开度增大, CO_2 吸收量增加, 净光合速率增大

(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

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

在O₂含量高、CO₂含量低时，R酶催化O₂和C₃反应生成C₂和C₃；在CO₂含量高、O₂含量低时，R酶催化CO₂和C₃反应生成C₃



【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。

14. (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

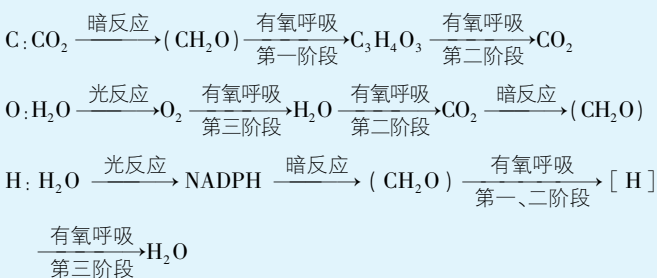
【解析】(1) 叶绿体膜属于生物膜,其基本支架是磷脂双分子层。叶绿体中含有许多由类囊体堆叠而成的基粒,扩展了受光面积。

(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



15. (1) 矿质营养 H^+ 、 e^-

(2) 提高 这两组花球通过光合作用合成了有机物,且其细胞呼吸相对较弱,减少了有机物消耗 蒸腾作用

(3) 呼吸强度 (细胞) 代谢

(4) 叶绿素分解加快,类胡萝卜素比例高 红光

命题点 ▶ 植物的光合作用、呼吸作用、蒸腾作用

【解析】(1) 西兰花花球采摘后,茎部被切断,使根从土壤中吸收的水和矿质营养(易错点:矿质营养可以写成无机盐、矿质元素、无机盐离子,但是不能写成无机物)对花球的供应中断。在光反应中,水裂解生成氧气、氢离子(H^+)和电子(e^-)。

(2) 根据质量损失率的柱形图结果可知,三组实验中花球质量损失率均随着时间延长而提高。花球含有叶绿素,与黑暗组相比,日光组和红光组有光照,花球可以进行光合作用合成有机物;根据呼吸强度的柱形图结果可知,前3天日光组和红光组的呼吸强度低于或等于黑暗组,消耗有机物少,因此前3天日光组和红光组的质量损失率低于黑暗组。水分主要通过气孔散失,由于日光诱导气孔开放,植物的蒸腾作用会增强,从而散失较多水分。

(3) 对比四组柱状图的第4天变化,可知第4天日光组和红光组的呼吸强度下降程度比黑暗组更明显,但过氧化氢酶活性仍高于黑暗组。过氧化氢酶将过氧化氢水解为水和氧气,过氧化

氢是细胞内很多生命活动的代谢产物,对细胞有损伤作用,因此推测日光或红光照射能减轻细胞代谢过程产生的过氧化氢对细胞的损伤,从而延缓衰老。

(4) 根据叶绿素含量的柱状图可知,第 4 天黑暗组的叶绿素含量急剧下降(常考点:叶绿素包括叶绿素 a 和叶绿素 b,叶绿素 a 呈蓝绿色,叶绿素 b 呈黄绿色),使花球出现褪色、黄化。综合分析图中叶绿素含量、质量损失率、过氧化氢酶活性相关结果,红光处理组在这些指标上表现较好,对西兰花花球保鲜效果最明显。