



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业

QUANPIN DUANPINGKUAI 全品短平快

主编 肖德好

热点题型突破

生物
YN

CONTENTS 目录

第一部分 选择题热点练

热点练 1 蛋白质的囊泡运输	001	热点练 9 遗传系谱图及电泳图分析	018
热点练 2 物质跨膜运输	003	热点练 10 育种中的变异	020
热点练 3 蛋白质的磷酸化和去磷酸化	005	热点练 11 神经—体液调节与机体稳态	022
热点练 4 细胞呼吸和光合作用中的电子传递链	007	热点练 12 免疫与健康	025
热点练 5 农业增产措施	010	热点练 13 群落及生态位	027
热点练 6 影响光合作用的因素	012	热点练 14 新农业及碳中和	029
热点练 7 细胞周期的调控	014	热点练 15 生态平衡	031
热点练 8 遗传致死及配子的育性	016	热点练 16 PCR 的综合应用	033
		热点练 17 基因工程在遗传中的应用	035

第二部分 非选择题突破练

突破练 1 植物生理	038	角度 3 逆境对植物光合作用的影响 / 045	
一、真题长句突破练	038	角度 4 植物激素与植物生理间的相互作用	
二、多角度综合练	039	/ 049	
角度 1 细胞代谢过程及拓展 / 039		突破练 2 动物生理	051
角度 2 光合作用的影响因素 / 043		一、真题长句突破练	051

二、多角度综合练 051

角度 1 神经调节 / 051

角度 2 内环境稳态及体液调节 / 056

角度 3 免疫调节 / 058

角度 4 神经—体液—免疫调节综合 / 060

角度 5 动物生理学实验分析与设计 / 062

突破练 3 遗传与变异 064

角度 1 孟德尔遗传规律与伴性遗传 / 064

角度 2 遗传规律与基因表达 / 066

角度 3 变异与育种 / 068

突破练 4 生物与环境 070

一、真题长句突破练 070

二、多角度综合练 071

角度 1 种群与群落 / 071

角度 2 生态系统的综合应用 / 074

角度 3 生态环境与保护 / 076

角度 4 生态工程 / 078

突破练 5 生物技术与工程 079

角度 1 发酵与发酵工程 / 079

角度 2 微生物培养与计数 / 080

角度 3 植物细胞工程 / 081

角度 4 动物细胞工程与胚胎工程 / 082

角度 5 基因工程 / 083

突破练 6 实验与探究 088

一、真题长句突破练 088

二、多角度综合练 089

角度 1 实验分析类表述 / 089

角度 2 验证或探究性实验的完善 / 091

角度 3 改进类、补充完善类实验 / 093

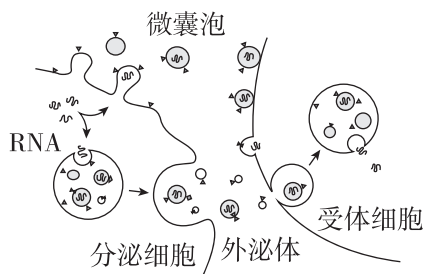
热点练 1 蛋白质的囊泡运输

【真题感悟】

1. [2025·浙江6月选考] 内质网将抗体分子正确装配后,出芽形成囊泡。囊泡通过识别、停靠和融合将抗体分子运入高尔基体。下列叙述正确的是 ()
- A. 内质网形成囊泡与膜的流动性无关
- B. 内质网中正确装配的抗体分子无免疫活性
- C. 内质网膜和高尔基体膜的基本骨架是蛋白质
- D. 囊泡可与高尔基体的任意部位发生膜融合

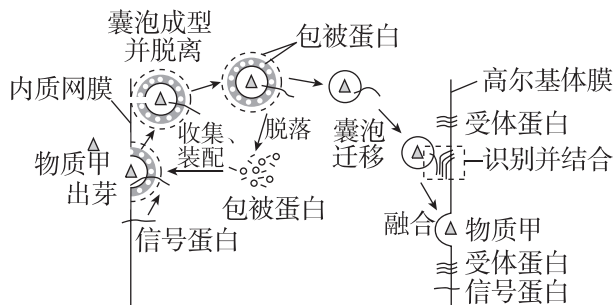
【模拟预测】

2. [2025·甘肃平凉模拟] 科学家给体外培养的豚鼠胰腺腺泡细胞提供少量 ^3H 标记的亮氨酸以研究蛋白质的合成与分泌,发现核糖体上最初合成的是一段信号肽,信号肽引导核糖体转移至内质网继续进行肽链的合成与加工,经囊泡运输到高尔基体时的多肽链已经不含信号肽。下列叙述正确的是 ()
- A. 信号肽可以引导核糖体膜与内质网膜相互融合
- B. 信号肽能够使核糖体的存在形式由游离态转变为附着态
- C. 信号肽的合成发生在细胞质基质,切除发生在高尔基体
- D. 信号肽合成缺陷型的腺泡细胞,蛋白质会大量聚集在内质网中
3. [2025·吉林长春质检] 分泌细胞可通过产生微囊泡和外泌体将蛋白质、RNA等大分子传递到受体细胞,如图所示。微囊泡通过出芽方式产生;外泌体由溶酶体膜内陷形成多囊泡体,再与细胞膜融合释放。下列关于微囊泡和外泌体的叙述,错误的是 ()

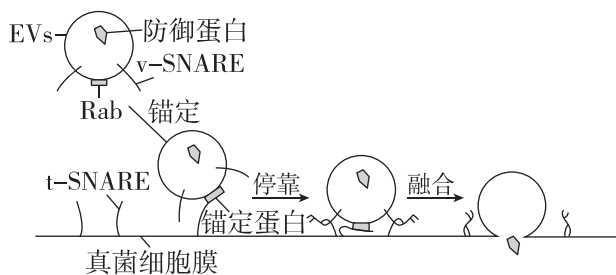


- A. 微囊泡和外泌体都会导致受体细胞的质膜面积增大
- B. 外泌体和微囊泡的形成过程体现了生物膜的结构特点
- C. 分泌细胞的 RNA 可能会影响受体细胞的生命活动
- D. 利用外泌体和微囊泡可运输药物到受体细胞
4. 研究发现,人成纤维细胞内的一种位于内质网上的蛋白质 M 活性减弱 50%,分泌蛋白 N 会在内质网中大量积累,分泌到细胞外的成熟蛋白 N 只有正常情况的 10%左右。下列相关叙述或推测不合理的是 ()
- A. 蛋白质 M 活性减弱 50%导致蛋白 N 的加工修饰无法进行
- B. 不成熟的蛋白 N 向高尔基体运输的过程对蛋白质 M 活性较敏感
- C. 在蛋白 N 的运输过程中,高尔基体的膜面积处于波动状态
- D. 在分泌到细胞外前,包裹成熟蛋白 N 的囊泡来自高尔基体

5. [2025·陕西宝鸡三模] 人体细胞内存在着复杂而精密的囊泡运输机制,如图为物质甲合成、运输及分泌过程中的囊泡运输机制。下列相关分析正确的是 ()



- A. 内质网膜鼓起形成囊泡体现了生物膜的功能特性
- B. 细胞囊泡运输的速度不是恒定的,会受环境温度等影响
- C. 图中囊泡成功迁移后,细胞中内质网的膜面积会有所增加
- D. 若包被蛋白无法正常脱落,可能会导致囊泡运输机制失控
6. [2025·湖南娄底模拟] 易位子蛋白(TRAP)是内质网膜上作为信号序列的受体蛋白,能选择性地识别多肽链的信号序列,并将新生多肽链靶向转移至内质网腔中,TRAP 与神经退行性疾病的发病机制有关。下列有关 TRAP 的叙述错误的是 ()
- A. TRAP 在核糖体上合成时需要以氨基酸为原料,至少含有 C、H、O、N
- B. 分泌蛋白合成过程中,TRAP 可识别信号肽并将多肽链转移至内质网腔,内质网对其进行加工后直接分泌到细胞外
- C. 若基因突变导致 TRAP 空间结构异常,新生多肽链可能无法进入内质网腔,从而引发疾病
- D. 内质网合成的脂质不仅参与自身膜的构建,还可通过囊泡运输至细胞膜参与细胞膜成分的更新
7. [2025·河南南阳联考] 细胞外囊泡(EVs)是细胞分泌的包裹着生物活性分子的脂质双层球体。水稻受到某真菌侵染时,会释放富含防御蛋白的 EVs。这些 EVs 与真菌细胞的相互作用过程如图所示,该过程中 Rab 识别锚定蛋白后,v-SNARE 与 t-SNARE 结合,将 EVs 暂时固定在真菌细胞膜上,有利于 EVs 将防御蛋白输送至真菌细胞内,从而抑制真菌的致病性。下列叙述正确的是 ()

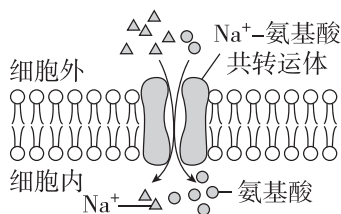


- A. 水稻细胞防御蛋白的形成与生长素的合成和分泌过程相同
- B. 可采用³H 标记氨基酸研究水稻细胞中防御蛋白的合成和分泌过程
- C. 植物细胞通过 EVs 输送防御蛋白与动物细胞通过神经递质传递信息的过程相同
- D. 由图可知,v-SNARE 的结构特异性保证了 EVs 将信息准确送至真菌细胞中

热点练 2 物质跨膜运输

【真题感悟】

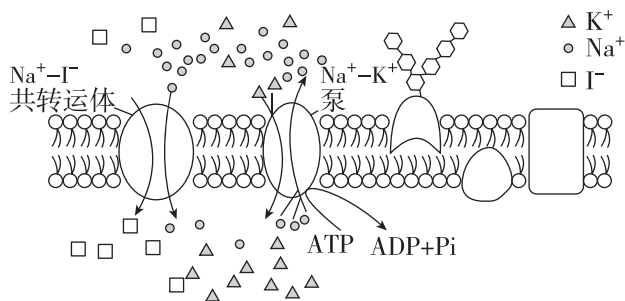
- [2025·山东卷] 生长于 NaCl 浓度稳定在 100 mmol/L 的液体培养基中的酵母菌,可通过离子通道吸收 Na^+ ,但细胞质基质中 Na^+ 浓度超过 30 mmol/L 时会导致酵母菌死亡。为避免细胞质基质 Na^+ 浓度过高,液泡膜上的蛋白 N 可将 Na^+ 以主动运输的方式转运到液泡中,细胞膜上的蛋白 W 也可将 Na^+ 排出细胞。下列说法错误的是 ()
 - Na^+ 在液泡中的积累有利于酵母细胞吸水
 - 蛋白 N 转运 Na^+ 过程中自身构象会发生改变
 - 通过蛋白 W 外排 Na^+ 的过程不需要细胞提供能量
 - Na^+ 通过离子通道进入细胞时不需要与通道蛋白结合
- [2025·浙江 6 月选考] 人体细胞通过消耗 ATP 维持膜两侧 Na^+ 浓度梯度,细胞膜上的 Na^+ -氨基酸共转运体能利用 Na^+ 浓度梯度驱动氨基酸逆浓度进入细胞,如图所示。下列叙述正确的是 ()



- Na^+ -氨基酸共转运体运输物质不具有特异性
- 氨基酸依赖转运体进入细胞的过程属于被动运输
- 使用细胞呼吸抑制剂不会影响氨基酸的运输速率
- 适当增加膜两侧 Na^+ 的浓度差能加快氨基酸的运输

【模拟预测】

- [2025·广东惠州三模] 碘是合成甲状腺激素的重要原料。甲状腺滤泡上皮细胞的细胞膜上具有 Na^+ - K^+ 泵和 Na^+ - I^- 共转运体(NIS),两者的工作模式如图所示。硝酸根离子(NO_3^-)能与 I^- 竞争 NIS。药物 X 可以特异性阻断 Na^+ - K^+ 泵的作用。据此分析,下列叙述错误的是 ()

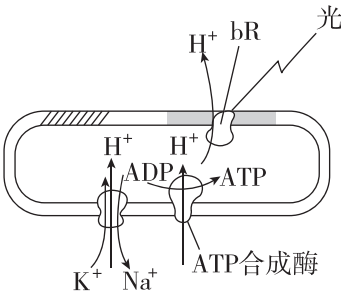


- Na^+ - I^- 共转运体将 I^- 转运进细胞内的过程不消耗能量
 - Na^+ - K^+ 泵的化学物质为蛋白质,具有运输和催化作用
 - 药物 X 可使细胞膜上的 Na^+ - I^- 共转运体的活动减弱
 - NO_3^- 能抑制甲状腺滤泡上皮细胞吸收 I^- ,引起血浆中的甲状腺激素减少
- [2025·重庆北碚区模拟] 气孔的开关与保卫细胞积累钾离子密切相关。某种质子泵(H^+ -ATPase)具有 ATP 水解酶的活性,利用水解 ATP 释放的能量,使 H^+ 从质膜内侧向外侧泵出,在 H^+ 浓度梯度的驱动下 K^+ 通过转运蛋白进入保卫细胞,保卫细胞吸水膨胀,气孔打开。以下说法错误的是 ()

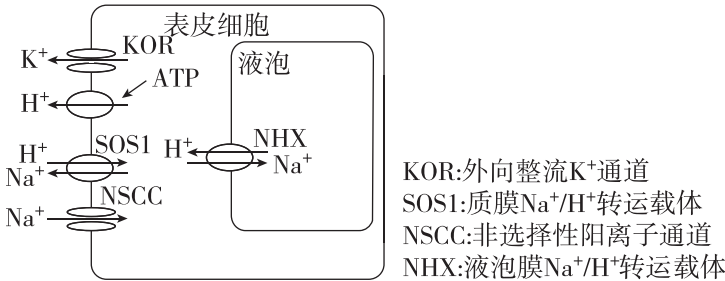
- A. K^+ 进入保卫细胞的过程不需要消耗能量
- B. H^+ 转运过程中质子泵会因磷酸化发生构象改变
- C. K^+ 对气孔的调节体现了无机盐调节生命活动的功能
- D. 气孔导度的大小可影响蒸腾速率和暗反应速率

5. [2025·湖南长沙三模] bR 是嗜盐杆菌细胞膜上一种光能驱动的 H^+ 跨膜运输蛋白,经由 bR 形成的 H^+ 浓度梯度用于驱动 ATP 合成、 Na^+ 和 K^+ 的转运等活动,合成的 ATP 可用于同化 CO_2 。下列叙述正确的是 ()

- A. 该菌为自养生物,合成 ATP 所需能量直接来源于光能
- B. 图中 Na^+ 、 K^+ 的转运均为主动运输, H^+ 运进细胞的方式均为被动运输
- C. bR 在核糖体上合成后,需要经过内质网、高尔基体的加工,运往细胞膜
- D. 光照时嗜盐杆菌细胞质基质内 pH 上升,停止光照后胞外 H^+ 浓度低于胞内

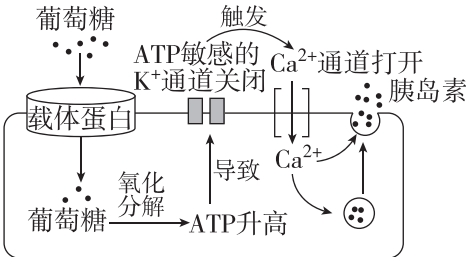


6. [2025·安徽合肥模拟] 柽柳是强耐盐植物,其叶和嫩枝可将吸收到植物体内的无机盐排到体外,表皮细胞能通过泌盐、聚盐等生理过程适应高盐胁迫生境。如图是柽柳的相关耐盐机制示意图。下列有关分析正确的是 ()



- A. K^+ 和 Na^+ 出表皮细胞均通过协助扩散完成
- B. 液泡积累 Na^+ 可提高细胞液渗透压从而减轻盐胁迫
- C. 缺氧条件不影响 Na^+ 转运到表皮细胞的液泡中
- D. SOS1 和 NHX 转运载体在运输物质过程中不需要消耗能量

7. [2025·山东临沂三模] 糖尿病是一种由多种原因引起的以高血糖为特点的代谢性疾病,其中 I 型糖尿病是病人的胰岛素分泌量不足所致。如图展示了正常人体胰岛素的分泌调节过程。下列说法错误的是 ()

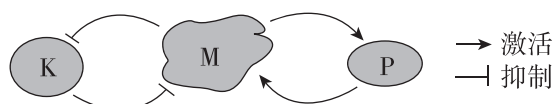


- A. 葡萄糖作为信号分子作用于胰岛 B 细胞,使胰岛素分泌增加
- B. 图中葡萄糖和 Ca^{2+} 进入细胞的方式均是协助扩散
- C. 细胞内 K^+ 浓度偏高或细胞外 Ca^{2+} 浓度偏高可能导致 I 型糖尿病
- D. 胰岛素分泌的过程依赖生物膜的流动性,需要细胞提供能量

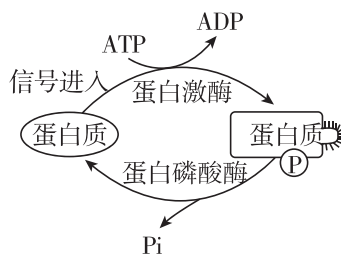
热点练 3 蛋白质的磷酸化和去磷酸化

【真题感悟】

1. [2024·河北卷改编] 酵母细胞中的 M 蛋白被激活后可导致核膜裂解、染色质凝缩以及纺锤体形成。蛋白 K 和 P 可分别使 M 发生磷酸化和去磷酸化,三者间的调控关系如图所示。现有一株细胞体积变小的酵母突变体,研究发现其 M 蛋白的编码基因表达量发生显著改变。下列分析错误的是 ()



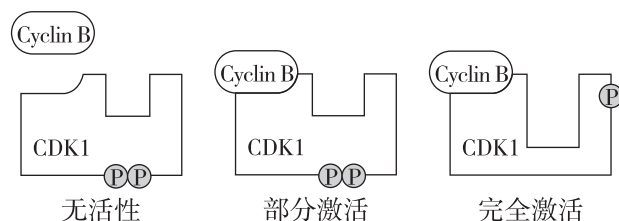
- A. 该突变体变小可能是 M 增多且被激活后造成细胞分裂间期变短所致
B. P 和 K 都可改变 M 的空间结构,从而改变其活性
C. K 不足或 P 过量都可使酵母细胞积累更多物质而体积变大
D. M 和 P 之间的活性调控属于正反馈调节
2. [2021·湖南卷] 某些蛋白质在蛋白激酶和蛋白磷酸酶的作用下,可在特定氨基酸位点发生磷酸化和去磷酸化,参与细胞信号传递,如图所示。下列叙述错误的是 ()



- A. 这些蛋白质磷酸化和去磷酸化过程体现了蛋白质结构与功能相适应的观点
B. 这些蛋白质特定磷酸化位点的氨基酸缺失,不影响细胞信号传递
C. 作为能量“通货”的 ATP 能参与细胞信号传递
D. 蛋白质磷酸化和去磷酸化反应受温度的影响

【模拟预测】

3. [2025·广东湛江二模] 磷酸化是指在蛋白质或其他分子上加入一个磷酸(PO_4^{3-})基团,磷酸基团的添加或除去(去磷酸化)对许多反应起着生物“开/关”作用,能使某些蛋白质活化或失活。下列叙述正确的是 ()
- A. 丙酮酸反应生成乳酸的过程中可发生 ADP 的磷酸化
B. ATP 中最靠近腺苷的磷酸基团具有较高的转移势能
C. 蛋白质等分子被磷酸化后空间结构不会发生改变
D. 主动运输时,载体蛋白磷酸化的过程中会发生能量的转移
4. [2025·福建厦门一模] 细胞周期蛋白依赖性激酶(CDK1)被激活后,可推动处于分裂间期的细胞进入分裂期。CDK1 的活性受到细胞周期蛋白(CyclinB)的调控,其激活过程如图所示,“P”表示磷酸化。下列叙述错误的是 ()

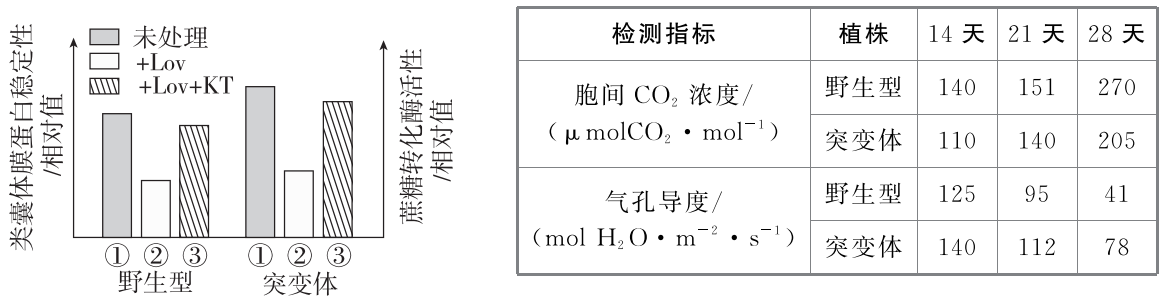


- A. 与 CyclinB 结合后,CDK1 的构象发生变化
- B. CDK1 被激活后可能会促进染色体和纺锤体形成
- C. 若添加 CyclinB 抑制剂,可使细胞停留在分裂间期
- D. CDK1 的激活需要经过同一部位的去磷酸化和磷酸化过程
5. [2025·湖南湘西三模] p53 蛋白是调控细胞周期和 DNA 损伤应答的关键蛋白。在 DNA 损伤时,p53 被磷酸化而稳定,从而激活下游靶基因(如 p21)的表达,导致细胞周期阻滞。正常情况下,MDM2 蛋白会促进 p53 的降解,而 DNA 损伤会抑制 MDM2 的作用。人乳头瘤病毒(HPV)的 E6 蛋白能促进 p53 的降解并抑制其磷酸化。下列说法错误的是 ()
- A. DNA 损伤后,p53 的磷酸化水平升高,使其稳定性增强
- B. MDM2 通过促进 p53 的降解,负调控其功能
- C. 在 HPV 感染的细胞中,即使发生 DNA 损伤,p53 也无法有效积累和激活
- D. p53 的磷酸化是其被 MDM2 降解的必要条件
6. [2025·山东德州二模] 核纤层位于内层核膜和染色质之间,主要由核纤层蛋白(Lamin)组成。LaminA 和 LaminC 由同一基因编码,能维持核膜稳定性,主要存在于分化成熟的细胞中。有丝分裂时,LaminB 可逆性地磷酸化和去磷酸化可分别介导核膜的解体和重建。下列说法错误的是 ()
- A. 核纤层蛋白在核糖体上合成,经核孔进入细胞核
- B. LaminA 和 LaminC 可能为相同 mRNA 经不同剪切后翻译的产物
- C. 与分化成熟细胞相比,干细胞中 LaminA 和 LaminC 的表达量较高
- D. 抑制 LaminB 的磷酸化可使细胞分裂停滞在分裂前期
7. IRS1 是一种胰岛素受体底物,IRS1 的丝氨酸磷酸化可抑制胰岛素的作用。研究发现,某些脂肪酸通过线粒体氧化分解后可异常激活 mTORC1 蛋白,mTORC1 蛋白可间接抑制 IRS1 基因的表达且直接促进 IRS1 的丝氨酸磷酸化,从而产生胰岛素抵抗。下列叙述正确的是 ()
- A. 肝细胞和肌细胞的特异性基因表达 IRS1,其与胰岛素特异性结合
- B. 肝细胞的 IRS1 丝氨酸磷酸化增多,糖原合成速率会降低
- C. mTORC1 蛋白影响 IRS1 基因的表达与 IRS1 的丝氨酸磷酸化属于反馈调节
- D. 减少脂肪酸分解或激活 mTORC1 蛋白的作用可作为改善胰岛素抵抗的方法

突破练 1 植物生理

一、真题长句突破练

1. [2024·山东卷] 从开花至籽粒成熟,小麦叶片逐渐变黄。与野生型相比,某突变体叶片变黄的速度慢,籽粒淀粉含量低。研究发现,该突变体内细胞分裂素合成异常,进而影响了类囊体膜蛋白稳定性和蔗糖转化酶活性,而呼吸代谢不受影响。类囊体膜蛋白稳定性和蔗糖转化酶活性检测结果如图所示,开花 14 天后植株的胞间 CO_2 浓度和气孔导度如表所示,其中 Lov 为细胞分裂素合成抑制剂,KT 为细胞分裂素类植物生长调节剂,气孔导度表示气孔张开的程度。已知蔗糖转化酶催化蔗糖分解为单糖。

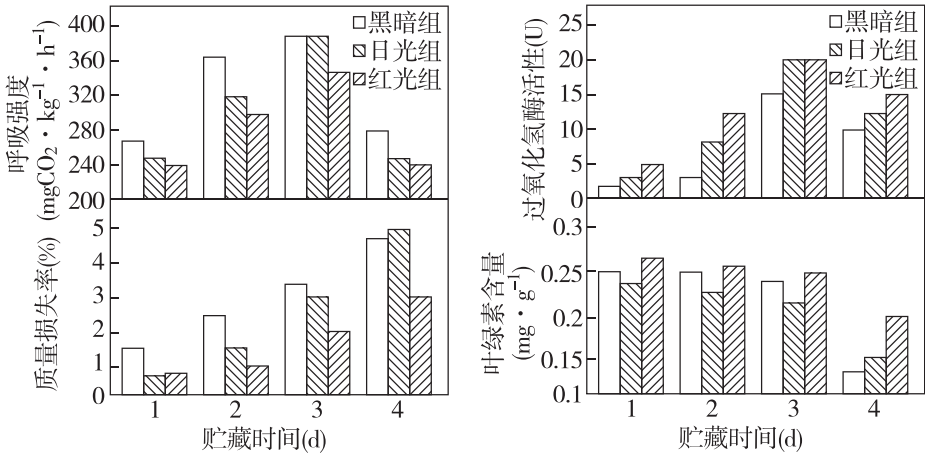


(1)光反应在类囊体上进行,生成可供暗反应利用的物质有_____。结合细胞分裂素的作用,据图分析,与野生型相比,开花后突变体叶片变黄的速度慢的原因是_____。

(2)光饱和点是光合速率达到最大时的最低光照强度。据表分析,与野生型相比,开花 14 天后突变体的光饱和点_____ (填“高”或“低”),理由是_____。

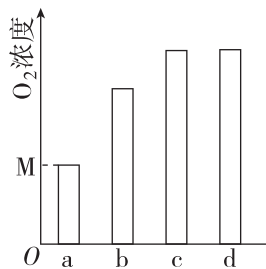
(3)已知叶片的光合产物主要以蔗糖的形式运输到植株各处。据图分析,突变体籽粒淀粉含量低的原因是_____。

2. [2025·浙江 1 月选考节选] 西兰花可食用部分为绿色花蕾、花茎组成的花球,采摘后容易出现褪色、黄化、老化等现象。某兴趣小组进行如下实验,以探究西兰花花球的保鲜方法。实验分黑暗组、日光组和红光组三组。日光组和红光组的光照强度均为 $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。各处理的西兰花花球均贮藏于 20°C 条件下,测定指标和结果如图所示。第 4 天黑暗组西兰花花球出现褪色、黄化现象,原因是_____。

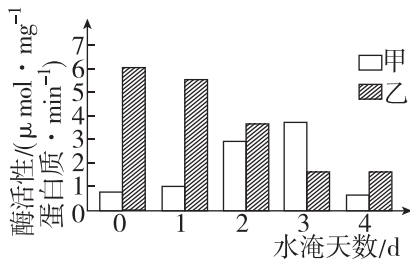


注:质量损失率($\%$)= $\frac{\text{初始质量(g)}-\text{贮藏结束时质量(g)}}{\text{初始质量(g)}} \times 100$

3. [2024·浙江6月选考节选] 植物能通过光合作用合成淀粉。检测叶片中淀粉的方法,先将叶片浸入沸水处理;再转入热甲醇处理;然后将叶片置于含有少量水的培养皿内并展开,滴加碘-碘化钾溶液(或碘液),观察颜色变化。检测叶片淀粉的方法中,叶片浸入沸水处理的目的是_____。热甲醇处理的目的是_____。
4. [2024·重庆卷节选] 重庆石柱是我国著名传统中药黄连的主产区之一,黄连生长缓慢,存在明显的光饱和(光合速率不再随光照强度增加而增加)和光抑制(光能过剩导致光合速率降低)现象。生产上常采用搭棚或林下栽培减轻黄连的光抑制,为增强黄连光合作用以提高产量还可采取的措施及其作用是_____。
5. [2024·新课标全国卷节选] 某同学将一种高等植物幼苗分为4组(a、b、c、d),分别置于密闭装置中照光培养,a、b、c、d组的光照强度依次增大,实验过程中温度保持恒定。一段时间(t)后测定装置内 O_2 浓度,结果如图所示,其中 M 为初始 O_2 浓度,c、d组 O_2 浓度相同。若延长光照时间c、d组 O_2 浓度不再增加,则光照 t 时间时 a、b、c 中光合速率最大的是_____组,判断依据是_____。



6. [2024·贵州卷节选] 农业生产中,旱粮地低洼处易积水,影响作物根细胞的呼吸作用。据研究,某作物根细胞的呼吸作用与甲、乙两种酶相关,水淹过程中其活性变化如图所示。若水淹3 d后排水,作物长势可在一定程度上得到恢复,从代谢角度分析,原因是_____。(答出2点即可)。

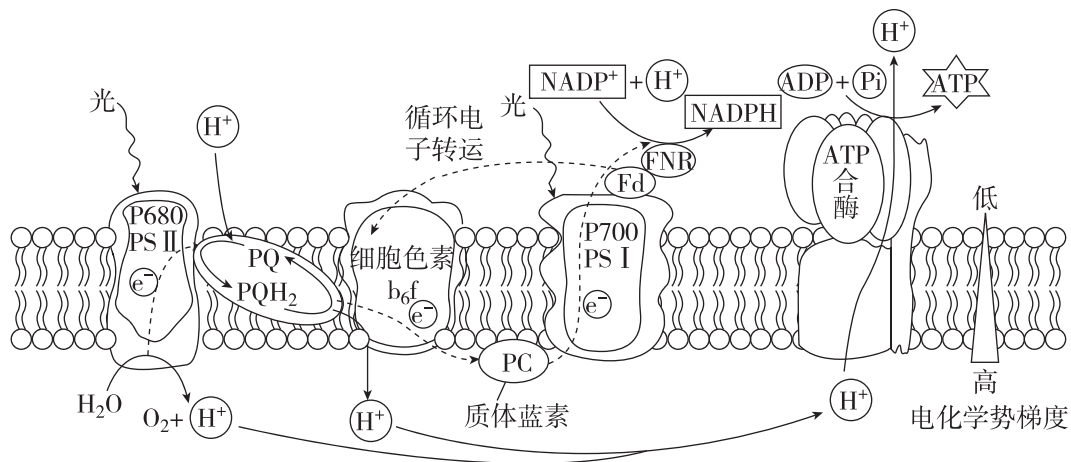


二、多角度综合练

角度1 细胞代谢过程及拓展

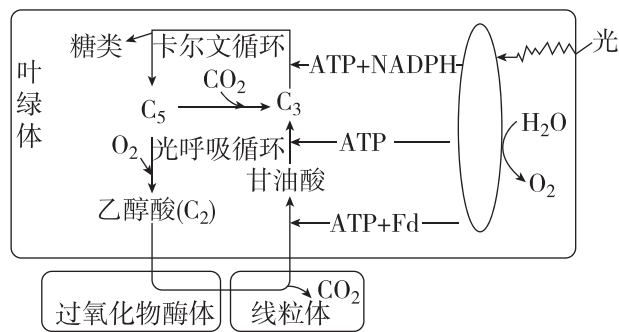
1. (11分)[光合作用中的电子传递过程][2025·青海西宁三模] 叶片中80%的铁位于叶绿体中,参与构成电子传递体PS I/PS II中的铁氧还蛋白(Fd)等。研究表明,水稻在高铁高磷(+Fe+P)时叶片会失绿,高铁可能引发氧化应激,破坏叶绿体的膜结构,并抑制磷的吸收和利用;而在缺铁缺磷(-Fe-P)时,植物可通过激活其他代谢途径来维持生命活动。请分析回答下列问题:

- (1) 叶绿体是进行光合作用的场所, 叶绿体中的叶绿素分布在_____上, 主要吸收_____光。为探究高铁高磷(+Fe+P)、缺铁缺磷(-Fe-P)两种情况下叶绿素含量的差异, 可用_____提取色素。
- (2) 水稻吸收的磷肥可参与叶绿体中_____ (至少写两种) 的合成。在缺铁缺磷(-Fe-P)时, 植物可通过激活其他代谢途径如促进植物激素_____的合成与运输, 促进根系的生长来缓解胁迫。
- (3) PS I 和 PS II 共同参与光合作用过程中电子的传递过程(如图), 缺铁会导致 PS II 受体侧电子传递受阻, 进而抑制光合作用。



- ① PS II 由_____和蛋白质构成, 前者在光能的激发下产生高能电子。
- ② 图中该结构上发生的反应为_____阶段, 光能被 PS I 和 PS II 捕获后, 可直接用于_____过程。同时光照还可通过 Fd 调节卡尔文循环, 在光照下, 相关酶的一S—S—(二硫键)被还原成—SH(巯基), 使酶被激活。综合以上分析, 可以推测光的作用是_____。

2. (7 分)[光呼吸] 叶肉细胞中的 O_2 与 CO_2 竞争性结合 C_5 , O_2 与 C_5 结合后经一系列反应释放 CO_2 的过程称为光呼吸, C_5 的结合与反应方向取决于 CO_2 和 O_2 的相对浓度。水稻叶肉细胞中光呼吸和光合作用的关系如图所示, 不考虑叶片呼吸作用的影响。回答下列问题。

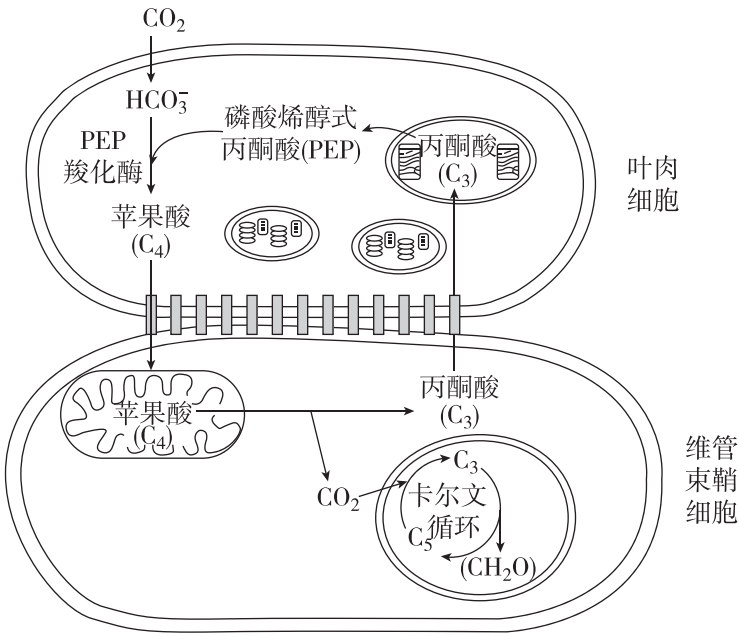


注: Fd 表示还原型铁氧还蛋白。

- (1) 甘油酸转化为 C_3 会消耗 ATP, 产生的 ADP 和 P_i 在叶绿体中被再利用的途径是_____。
- (2) 光呼吸中 C_5 与 O_2 结合的场所是叶绿体的_____; 光呼吸过程_____ (填“提高”“降低”或“不改变”) 水稻光合作用效率, 可通过适当升高 CO_2 浓度达到增产目的, 据图解释其原理是_____。

(3) 研究人员利用基因工程构建了一条新的“光呼吸支路”，使光呼吸的中间产物乙醇酸直接在叶绿体内被催化并最终完全分解为 CO_2 ，并将这条支路定位在水稻叶绿体中，大大提高了水稻的产量。结合题干信息分析水稻产量提高的机制是_____。

3. (9分) [C₄ 植物] [2025·湖南邵阳二模] 在农作物的初级生产力中，有 90%~95% 来自于光合作用的有机物生产，但 C₃ 植物的实际光能转化效率仅为 1%，C₄ 植物可以达到 2% 左右，C₄ 植物对水的利用效率也比 C₃ 植物高。Rubisco 在 C₃ 和 C₄ 植物中均存在，能催化 C₅ 与 CO_2 反应形成 C₃；当 CO_2 浓度较低时，Rubisco 也能催化 C₅ 与 O_2 反应形成 C₂ 等化合物（此过程称为光呼吸）。因此，将 C₃ 植物改造成 C₄ 植物（C₄ 工程），有望解决世界粮食短缺的问题；下图是 C₄ 途径的示意图，据图回答以下问题；



(1) 和 C₃ 植物相比，C₄ 植物在叶片器官和细胞结构上有诸多不同：C₄ 植物的维管束鞘细胞外侧紧密连着一圈叶肉细胞，组成花环（Kranz）结构，多数 C₄ 植物的光合作用是通过这两种细胞共同完成的，这两种细胞间分布有较多的胞间连丝，有利于细胞间的_____。在进行光合作用时，C₄ 植物固定 CO_2 的具体场所有_____。

(2) 除 Rubisco 外，C₄ 植物还具有由_____酶催化的 CO_2 固定过程，该酶对 CO_2 的亲合力比 Rubisco 更高，可进行 CO_2 浓缩，减少光呼吸对有机物的消耗。

(3) 在低浓度 CO_2 条件下，可诱导黑藻中 PEP 羧化酶基因的表达，将黑藻由 C₃ 型转变为 C₄ 型，从分子水平验证该结论，可采用的技术有_____。诱导成功后黑藻不依赖“花环”（Kranz）结构，仅在叶肉细胞中进行 C₄ 途径，为 C₄ 工程提供了新的研究方向，因为_____。

(4) C₄ 途径的出现是对 C₃ 途径的重要补充而非代替，从进化角度分析 C₄ 植物出现的原因可能是_____。

- A. 作为低浓度 CO_2 情况下植物采取的一种光合策略
- B. 适应盐渍化、高温以及干旱环境
- C. 减弱 Rubisco 催化的光呼吸，提高光合效率
- D. 工业革命以来，全球 CO_2 浓度升高，会抑制 C₃ 植物进化为 C₄ 植物

4. (10分) [“库”与“源”] [2025·陕西西安一模] 叶片是给植物其他器官提供有机物的“源”，果实是储存有机物的“库”。现以某植物为材料研究不同库源比(以果实数量与叶片数量的比值表示)对叶片光合作用和光合产物分配的影响，甲、乙、丙组均保留结果枝顶部1个果实并分别保留大小基本一致的2、4、6片成熟叶，用¹³CO₂ 供应给各组保留的叶片进行光合作用，实验结果见下表，表中净光合速率是指单位时间单位叶面积从外界环境吸收的¹³CO₂ 量。回答下列问题：

项目	甲组	乙组	丙组
处理			
库源比	1/2	1/4	1/6
单位叶面积叶绿素相对含量	78.7	75.5	75.0
净光合速率/(μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	9.31	8.99	8.75
果实中含 ¹³ C 光合产物/mg	21.96	37.38	66.06
单果重/g	11.81	12.21	19.59

(1)NADPH 在暗反应过程中的作用是_____。光合产物糖类分子可以进入筛管,再通过韧皮部运输到植株各处。实验开始前需要对结果枝基部树皮(含韧皮部)进行环剥处理(如图所示),目的是_____。

(2)分析实验甲、乙、丙组结果可知,随着该植物库源比降低,叶净光合速率_____ (填“升高”或“降低”),果实中含¹³C 光合产物的量_____ (填“增加”或“减少”)。库源比降低导致果实单果重变化的原因是_____。

(3)为进一步研究叶片光合产物的分配原则,进行了实验,库源处理如图所示,用¹³CO₂ 供应给保留的叶片进行光合作用,结果见下表。

果实位置	果实中含 ¹³ C 光合产物/mg	单果重/g
第 1 果	26.91	12.31
第 2 果	18.00	10.43
第 3 果	2.14	8.19

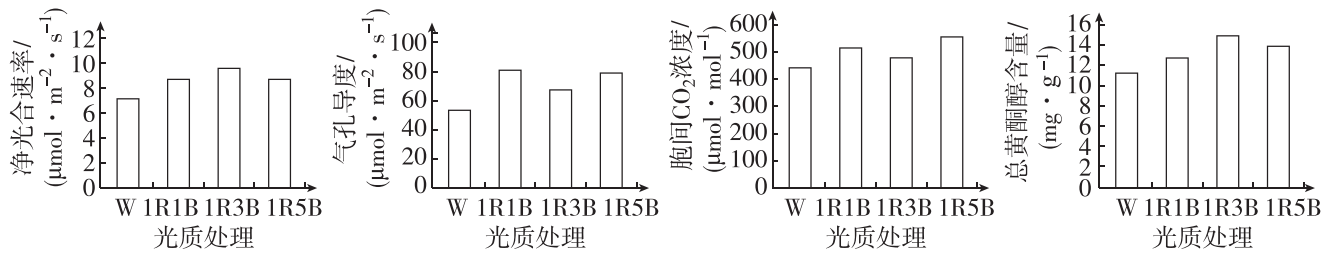
根据上表的实验结果,从库与源的距离分析,叶片光合产物分配给果实的特点是_____。

(4)综合上述实验结果,从调整库源比的角度分析,下列措施中能提高单枝合格果实产量(单果重10 g 以上为合格)的是_____。(单选)

- A. 除草
- B. 遮光
- C. 疏果
- D. 松土

角度 2 光合作用的影响因素

1. (11 分)[光质][2025·山东青岛一模] 银杏叶中的黄酮醇具有重要的药用价值。为探究红蓝光质比例对银杏幼苗光合特性及黄酮醇含量的影响,科研人员以银杏幼苗为实验材料,在适宜的光照强度下,设置红蓝光组合比例分别为 1:1(1R1B)、1:3(1R3B)、1:5(1R5B)和白光(W)对照 4 种光质处理,处理 20 d 后检测银杏净光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度及总黄酮醇含量,结果如图所示。



(1)实验组的净光合速率都比对照组高,结合题意和所学知识,推测原因是_____。

(2)不同比例红蓝光对银杏叶总黄酮醇含量的影响为_____。黄酮醇是银杏叶细胞的次生代谢物,与传统的从银杏叶中提取黄酮醇相比,_____技术可实现黄酮醇的工厂化生产,培养过程中需要定期更换培养液的目的是_____ (答出两点)。

(3)除光质外,光照和黑暗交替频率也可以影响银杏的光合产物积累量。研究人员采用光照、黑暗交替进行的方式处理生理状态相同的银杏幼苗,其中光照和黑暗的总时长相同。结果发现随着光暗交替次数的增加和交换频率的加快,银杏幼苗有机物的积累量逐渐增加,请从光合作用的过程角度分析出现上述现象的原因:_____。

2. (8 分)[CO₂][2025·四川成都三模] 为探究大气中 CO₂ 浓度的升高对不同植物的产量是否有影响,研究人员种植了玉米和苘麻两种植物,每种植物均分为三组,分别暴露于 350、600 或 1000 ppm 不同浓度的 CO₂ 的空气中,光照、温度与水分条件完全相同且适宜。45 天后,分别测量玉米和苘麻植物的干重(以克为单位),(每种植物均取 8 棵,烘干后,测得叶、茎和根的干重,取平均值)结果见下表。请回答下列问题:

	350 ppm CO ₂	600 ppm CO ₂	1000 ppm CO ₂
玉米植株的平均干重/g	91	89	80
苘麻植株的平均干重/g	35	48	54

- (1)CO₂ 作为光合作用的原料,首先与 C₅ 结合,很快形成两个 C₃,这个过程称为_____。
- (2)由表中数据可知,玉米和苘麻两种植物在光照、温度、水分、CO₂ 浓度等完全相同的条件下,其植株的平均干重差异较大,造成此结果的可能原因:①两种植物叶片吸收和转化的光能多少不同;②_____不同;③_____不同。
- (3)若只考虑 CO₂ 浓度对光合作用的影响,则两种植物中_____更合适度的密植,原因是_____。

3. (8分)[遮阴][2025·四川成都模拟] 枫杨是成都园林绿化的重要树种之一。为研究遮阴对枫杨幼苗光合作用的影响,设置自然光对照(CK)、遮阴 12%(S₁)、遮阴 24%(S₂)、遮阴 36%(S₃)、遮阴 48%(S₄)共 5 组进行相关实验,培养一段时间后测定结果如下表所示。回答下列问题:

组别	叶绿素含量/相对值	气孔导度/相对值	净光合速率/相对值
CK	0.513	0.13	9.32
S ₁	0.612	0.16	9.41
S ₂	0.715	0.18	11.64
S ₃	0.627	0.16	10.28
S ₄	0.487	0.14	8.37

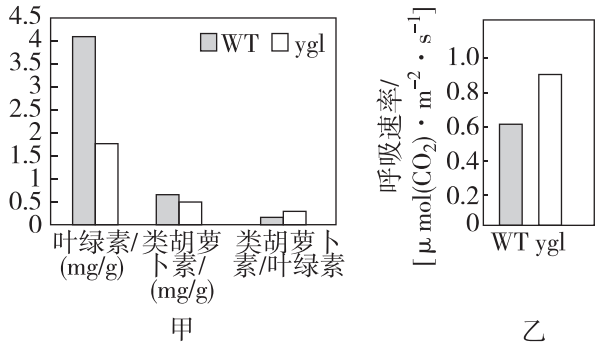
(1)在一定范围内,随着叶绿素含量的升高,枫杨叶片的光反应能产生更多的_____,以储存能量供暗反应阶段利用。对正常光照下的枫杨幼苗进行遮阴处理,在极短时间内,叶绿体基质中的_____ (填“C₃”或“C₅”)含量降低。

(2)据表分析,与 CK 组相比,S₁ 和 S₂ 组枫杨幼苗 CO₂ 固定量_____ (填“更高”或“更低”),从光合作用的两个阶段考虑,其原因是_____。

(3)实验表明,遮阴程度与枫杨幼苗光合作用的关系是_____。若想确定最合适的遮阴程度,应在该实验的基础上,在遮阴程度为_____ 的范围内进一步进行实验。

4. (10分)[综合因素][2025·浙江绍兴模拟] 光合作用机理是作物高产的重要理论基础。影响光合速率的多种因素如色素含量、气体交换效率、水分等都会影响作物产量。大田常规栽培时,某作物野生型(WT)的产量和黄绿叶突变体(ygl)的产量差异不明显,但在高密度栽培条件下 ygl 产量更高,其相关生理特征见图甲、乙。(光饱和点:光合速率不再随光照强度增加时的光照强度;光补偿点:光合作用过程中固定的 CO₂ 与呼吸过程产生的 CO₂ 等量时的光照强度。)回答下列问题:

(1)据图甲可知,ygl 叶色黄绿的两个主要原因分别是叶绿素含量较低和_____,叶绿素主要吸收可见光中的_____光。光照下,NADPH 的合成主要发生在_____,若突然增强光照,叶绿体中 NADP⁺ 的含量将_____ (填“增加”“减少”或“不变”)。



(2)已知 ygl 较 WT 具有更高的光补偿点,据图推断,其可能的原因是 ygl 叶绿素含量较低及_____。

实验发现,光照强度为 500 μmol · m⁻² · s⁻¹ 时,ygl 和 WT 净光合速率基本相同,当光照强度从 500 μmol · m⁻² · s⁻¹ 逐渐增加到 2000 μmol · m⁻² · s⁻¹ 时,ygl 的净光合速率较 WT 更高,且两者净光合速率均不再随光照强度的增加而增加,据此分析,ygl 的光饱和点_____ (填“高于”“低于”或“等于”)WT。

(3)与 WT 相比,ygl 叶绿素含量低,高密度栽培条件下,更多的光可到达下层叶片,且 ygl 群体的净光合速率较高,表明该群体_____是其高产的原因之一。

(4)气孔对植物的气体交换和水分代谢至关重要。液泡中与气孔开闭相关的主要成分是 H₂O、_____等物质。蓝光刺激气孔张开的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_____,驱动细胞吸收 K⁺ 等离子,使细胞内渗透压升高,导致构成气孔的保卫细胞_____,促进气孔张开。

角度3 逆境对植物光合作用的影响

1. (9分)[渍害] 长江流域的油菜生产易受渍害。渍害是因洪、涝积水或地下水位过度升高,导致作物根系长期缺氧,对植株造成的胁迫及伤害。回答下列问题:
- (1)发生渍害时,油菜地下部分细胞利用丙酮酸进行产乙醇的无氧呼吸,该过程中乙醇脱氢酶可促进氢接受体(NAD^+)再生,从而使_____得以顺利进行。因此,渍害条件下乙醇脱氢酶活性越高的品种越_____ (填“耐渍害”或“不耐渍害”)。
- (2)以不同抗渍害能力的油菜品种为材料,经不同时长的渍害处理,测定相关生理指标并进行相关性分析,结果见下表。

	光合速率	蒸腾速率	气孔导度	胞间 CO_2 浓度	叶绿素含量
光合速率	1				
蒸腾速率	0.95	1			
气孔导度	0.99	0.94	1		
胞间 CO_2 浓度	-0.99	-0.98	-0.99	1	
叶绿素含量	0.86	0.90	0.90	-0.93	1

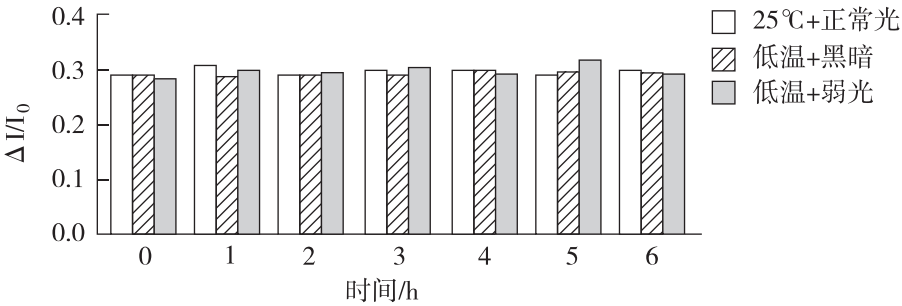
注:表中数值为相关系数(r),代表两个指标之间相关的密切程度。 $|r|$ 越接近1,相关越密切,越接近0时相关越不密切。

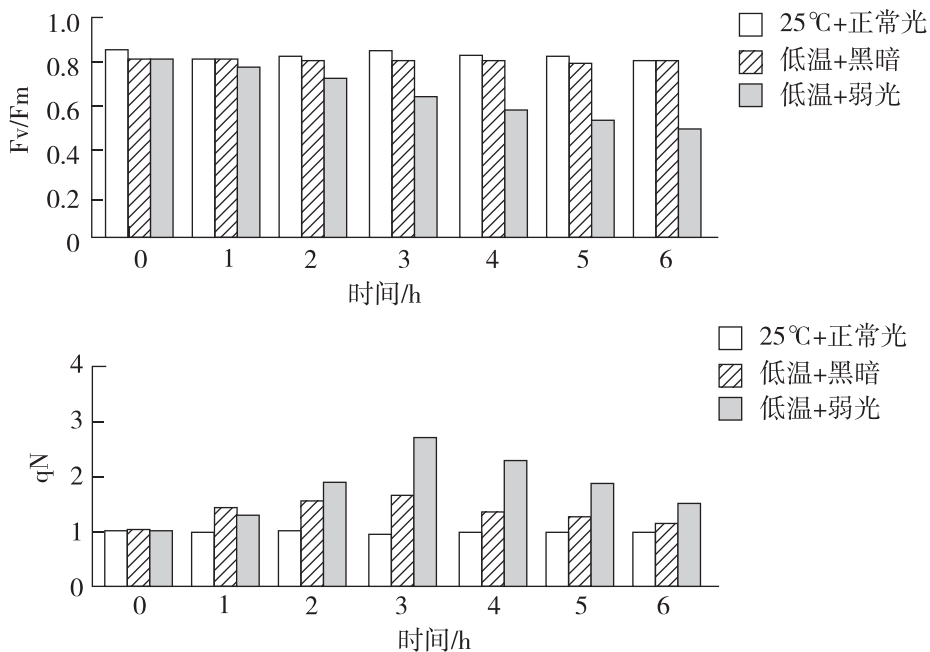
据表分析,与叶绿素含量呈负相关的指标是_____。已知渍害条件下光合速率显著下降,则蒸腾速率呈_____趋势。若将由于气孔导度下降导致胞间 CO_2 浓度降低,从而对光合作用速率产生限制的现象称为“气孔限制”,则综合分析表内各指标的相关性,光合速率下降主要由_____ (填“气孔限制因素”或“非气孔限制因素”)导致,理由是_____。

(3)植物通过形成系列适应机制响应渍害。受渍害时,植物体内_____ (激素)大量积累,诱导气孔关闭,调整相关反应,防止有毒物质积累,提高植物对渍害的耐受力;渍害发生后,有些植物根系细胞通过_____,将自身某些薄壁组织转化为腔隙,形成通气组织,促进氧气运输到根部,缓解渍害。

2. (10分)[低温+光抑制][2025·山东菏泽一模] 早春出现的“倒春寒”易导致植物发生光抑制现象,即植物对光能的吸收量超过利用量,过剩的光能抑制了光合作用。科研人员用低温弱光模拟这种环境胁迫来研究桃树光抑制发生的机制。回答下列问题:

(1)高等植物叶肉细胞叶绿体内含有吸收、传递、转化光能的两个光系统:光系统 I (PS I) 和光系统 II (PS II)。将桃树叶片在不同实验条件下处理,并每隔 1 h 取样置于 25 °C 和正常光照条件下测得相关生理指标如图。





注： $\Delta I/I_0$ 代表 PS I 的活性； F_v/F_m 代表 PS II 的活性； q_N 代表 PS II 以热能形式消耗的过剩光能。

- ①由图可知，低温+黑暗_____（填“会”或“基本不会”）破坏光系统。
- ②低温前提下，弱光导致的光抑制现象可能是由于_____（填“PS I ”“PS II ”或“PS I 和 PS II ”）被破坏而导致的，判断依据是_____。
- ③低温弱光胁迫的 0~3 h 内，桃树叶片的 q_N 逐渐升高的原因是_____；推测 3~6 h 内， q_N 逐渐降低的原因是_____。

(2)农业上常通过补充蓝光来改善“倒春寒”引起的光抑制现象，请结合上述研究，推测相关机理为_____。

3. (11 分)[光抑制] 植物吸收的光能超过光合作用所能利用的量时，会引起光能转化效率下降，这种现象称为光抑制；植物细胞中存在一种光化学淬灭(NPQ)机制，可将过剩的光能耗散，减少多余光能对光系统的损伤。已知光抑制主要发生在叶肉细胞的光系统 II (PS II) 上，PS II 由叶绿素与 D1 蛋白等组成，光能过剩会导致 D1 蛋白受损。为探究缓解光抑制的措施，研究人员选取生理状况相同的番茄植株进行不同程度的遮阴处理，结果如表所示，其中 CLH 是一种与光合作用有关的酶，“+”越多代表含量越高。请回答下列问题：

处理	净光合速率/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	呼吸速率/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	叶绿素含量/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	CLH 相对含量
全光照	7.5	1.7	0.82	+++++
30%遮阴	9.0	1.5	1.16	++++
50%遮阴	8.5	1.3	1.21	+++
70%遮阴	5.7	0.9	1.45	++
90%遮阴	4.0	0.6	1.68	+

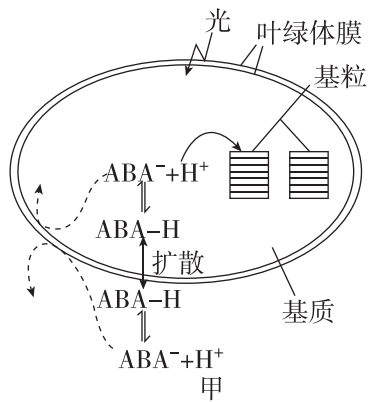
- (1)由实验结果可知，在全光照条件下，番茄植株的细胞呼吸最强，原因可能是_____。在 90%遮阴条件下，突然增加光照强度，短时间内番茄植株叶绿体中含量将增多的物质有_____（从“ATP”“NADPH”“ C_3 ”“ C_5 ”中选择，多选）。

(2)据表判断,番茄植株在_____条件下光合作用最强;CLH 的作用可能是_____ ;与全光照相比,30%遮阴和 50%遮阴能提升植株的光合速率,根据题意及表格信息推测原因可能是_____。

(3)研究表明,在强光条件下,野生型番茄的 NPQ 激活程度显著高于黑暗条件,而 V 基因沉默型番茄在黑暗和强光条件下的 NPQ 激活程度相同,且均略低于野生型番茄在黑暗条件下的 NPQ 激活程度,推测强光条件下,V 基因表达能_____ (填“促进”或“抑制”)NPQ 机制的激活。进一步研究发现,受强光损伤的番茄幼叶细胞中,CLH 基因表达增强促进了受损 D1 蛋白的降解,之后新合成的 D1 蛋白才能替代原来受损的 D1 蛋白,从而恢复 PS II 的活性;据此推测,强光下,CLH 基因缺失的突变型番茄植株光合速率较低的原因是_____。

4. (9 分)[干旱胁迫] 干旱胁迫时,植物会分泌多种激素参与调节,以度过危机,脱落酸是其中一种。脱落酸是一种弱酸,它的结构可以用 ABA-H 来表示。ABA-H 可水解为带正电荷的 H^+ (质子)和带负电荷的 ABA^- ,细胞中的脱落酸以 ABA-H 和 ABA^- 两种形式存在。请回答下列问题:

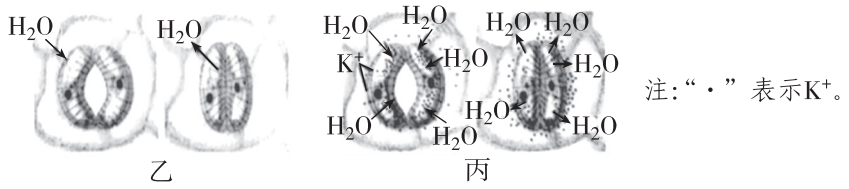
(1)科学家在实验中观察到,光刺激会促进 H^+ (质子)被叶绿体的基粒吸收,ABA-H 能以扩散的方式进出叶绿体,但 ABA^- 不能,如图甲所示:



据图分析,光照条件下叶绿体内脱落酸的总量会_____,原因是_____。

(2)进一步研究发现,干旱胁迫使植物绿叶中的脱落酸含量增加进而导致叶片内叶绿素含量下降,某兴趣小组在实验室中以菠菜为实验材料对此结论进行了部分验证。提取菠菜绿叶中的色素常使用的试剂是_____,用纸层析法进行分离。与水分条件适宜相比,干旱胁迫条件下显著变窄的是自上而下的第_____条色素带。

(3)光照增强或土壤缺水时,植物有脱水的风险。植物通过调节气孔的大小来调节水分散失量,抵抗干旱。气孔由一对保卫细胞构成,当保卫细胞吸水时,气孔打开,反之则关闭(如图乙)。



由图丙可知,保卫细胞吸水、失水与 K^+ 的转运有关,而 K^+ 的转运受脱落酸调控。当植物开始枯萎时,叶肉细胞中脱落酸总量会增加,通过影响第二信使如钙离子,致使保卫细胞的细胞膜上的 K^+ 通道_____ (填“打开”或“关闭”), K^+ _____ (填“外流”或“内流”),细胞的渗透压_____ (填“降低”或“升高”)。细胞因为渗透失水,导致气孔关闭。

(4)在某些情况下,土壤缺水时,_____ 会先于地上部分感受到环境压力,产生较多的脱落酸从根系转运到叶片,可能起到“早期预警”的作用。

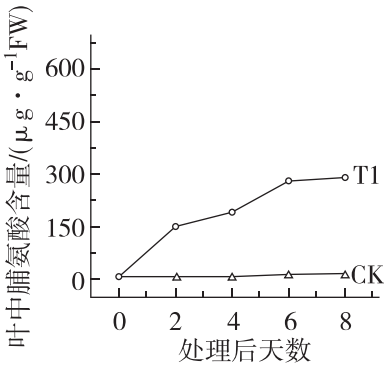
5. (8分)[盐胁迫][2025·云南曲靖二模] 盐胁迫是影响作物生长的主要非生物逆境之一,土壤盐渍化已成为限制我国番茄等蔬菜作物优质高产的主要因素。现以番茄幼苗为材料,采用营养液水培方法,研究 $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ NaCl}$ 胁迫下不同红光与远红光比值(R:FR)对番茄幼苗生长的影响,实验处理和部分实验结果如下表所示。回答下列问题:

组别	处理	叶绿素含量/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{ FW}$)	气孔导度/ ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	净光合速率/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
CK	正常水培,R:FR=7.4	2.73	0.428	5.85
T1	盐胁迫,R:FR=7.4	2.00	0.312	2.18
T2	盐胁迫,R:FR=1.2	2.33	0.348	3.15
T3	盐胁迫,R:FR=0.8	2.46	0.413	3.76

注:CK 为对照组,各组光照强度相同,表中为第 8 天测定的数据。

(1)溶液中光合色素的浓度与其光吸收值成正比,选择适当波长的光可对色素含量进行测定。若在蓝紫光下测定叶片光合色素提取液中叶绿素的含量,测定结果会比实际值_____ (填“偏高”或“偏低”),原因是_____。

(2)盐胁迫下,植物会通过转移或合成渗透调节物质来提高细胞渗透压,以减少水分散失。脯氨酸易溶于水,相对分子质量小且不带电荷,在盐胁迫条件下可迅速在细胞内积累,即使达到较高的浓度也不会干扰细胞的正常功能。根据上表中的数据和图中 CK、T1 组叶中脯氨酸含量的变化曲线,在图中画出 T2、T3 组处理下 0~8 天番茄叶片中脯氨酸含量变化的大致趋势。



(3)植物体内感受外界环境 R:FR 的值变化的物质在_____ 细胞内比较丰富。上述实验结果表明,适当提高_____ 光的比例能缓解盐胁迫对番茄幼苗的伤害,从而提高净光合速率。

(4)在实际生产实践中,下列措施能防止或减弱土壤盐渍化的有_____ (填序号)。

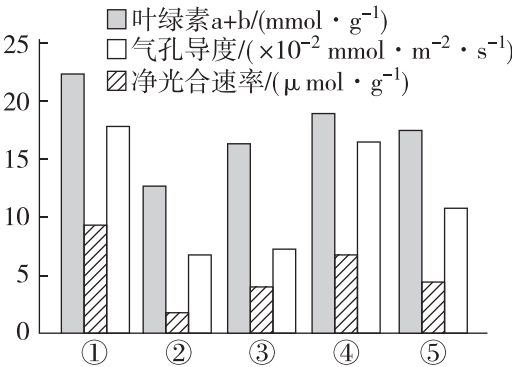
- ①减少化肥的使用 ②长期种植单一品种 ③适时适量灌溉

角度 4 植物激素与植物生理间的相互作用

1. (7 分)[植物激素+光合作用] 为探究在盐胁迫下某种植物激素(MT)对药用植物黄精幼苗光合作用的影响,研究人员设置 5 组实验(①对照组、②NaCl、③NaCl+MT50、④NaCl+MT100、⑤NaCl+MT200,其中数字表示 MT 的浓度),实验结果如图所示。回答下列问题:

(1)黄精幼苗中叶绿素分布在叶绿体的_____,叶片吸收的光能将一些叶绿素中的高能电子激发出来,这些高能电子经过一系列传递后可用于合成“M”,推测“M”可能是_____。

(2)据图分析,该植物激素(MT)对气孔导度的影响是_____。
①②组对比,研究人员发现②组的胞间 CO₂ 浓度高于①组,可能的原因是_____。



(3)研究发现,高盐胁迫下,植物体内脯氨酸含量增加,赋予植物体一定的抗逆性,脯氨酸大量积累能够提高细胞的_____,减少细胞水分的流失。

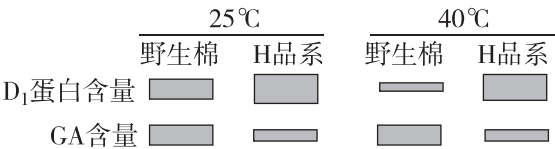
2. (9 分)[赤霉素+光合作用][2025·河北石家庄一模] 矮化棉具有抗倒伏、适宜密植、产量高等特征。D₁ 蛋白是光反应过程中的重要蛋白,编码 D₁ 蛋白的基因只位于叶绿体中。为提高棉花的生产潜能并增强棉花抵御高温胁迫的能力,科研人员将编码 D₁ 蛋白的基因插入棉花某条染色体的特定位点上,人为建立 D₁ 蛋白的补充途径,获得了产量显著提高的纯合矮化 H 品系新疆棉。回答下列问题:

(1)若要检测高温对各种光合色素含量的影响,可提取色素并利用_____ (填溶液名称)对光合色素进行分离后,再检测各种色素的含量。D₁ 蛋白和光合色素共同参与光能的转换。D₁ 蛋白含量升高可以提高光反应强度,C₃ 接受光反应产物中_____释放的能量,并且被还原,进而提高暗反应强度。

(2)高温胁迫会造成光合速率下降。研究人员研究了高温胁迫对野生棉光合作用相关指标的影响,结果见下表。据表分析,高温胁迫下,气孔开放程度降低并非野生棉光合速率降低的主要原因,判断理由是_____。

温度	光能转化效率	气孔开放程度	胞间 CO ₂ 浓度
常温	0.8230	0.38	284.45
高温	0.6229	0.25	314.25

(3)研究人员利用抗原—抗体杂交的方法对野生棉和矮化 H 品系叶片内的 D₁ 蛋白含量及茎秆赤霉素(GA)含量进行了检测,结果如图所示。



综合分析,矮化 H 品系高产的原因包括:①D₁ 蛋白基因可能影响 GA 合成基因的表达,使 GA 含量骤减,削弱其_____的功能;②高温对染色体上 D₁ 蛋白基因表达的影响_____ (填“大于”“小于”或“等于”)对叶绿

体中 D₁ 蛋白基因表达的影响,且染色体上 D₁ 蛋白基因控制合成的 D₁ 蛋白可以转移至_____上,从而保证了 H 品系在高温下具有较高的光合速率。

3. (6 分)[细胞分裂素+光合作用] 科学家希尔发现在离体的叶绿体悬浮液中加入适当的电子受体(电子受体能结合电子和 H⁺),即使在没有 CO₂ 的情况下,照光也可将水分解而产生氧气,该过程被称为希尔反应。不同浓度细胞分裂素(单位:g/L)对植物相关物质含量和希尔反应活力的影响如下表。回答下列问题:

细胞分裂素浓度	叶绿素相对含量	叶片氮相对含量	希尔反应活力相对值
0	1.58	1.83	13.55
0.5	1.82	1.94	25.66
1.0	2.34	1.98	32.26

(1)分离叶绿体可采用_____法,配制叶绿体悬浮液时应注意_____ (答出两点)等理化性质。

(2)研究希尔反应时,叶绿体悬浮液中加入的电子受体相当于参与光合作用的一种物质,这种物质是_____。测定希尔反应活力时,最简单直接的方法是测定_____。

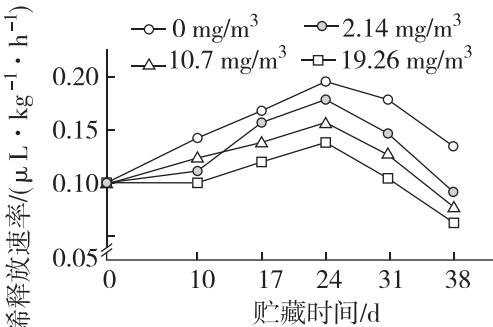
(3)据表分析,合理施用细胞分裂素能提高光合速率的原因是_____ (答出两点)。

4. (10 分)[乙烯+细胞呼吸] 阿克苏红富士苹果以其独特的“冰糖心”享誉全国,果实含糖量高、品质好,获得了“国家地理标志保护产品”称号。回答下列问题。

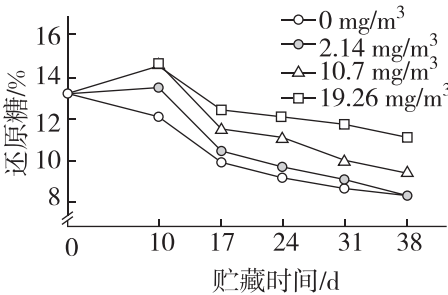
(1)花青素、类胡萝卜素和叶绿素共同决定了苹果果皮的颜色。果皮细胞叶绿体中的叶绿素和类胡萝卜素存在于_____上,这些色素的生理功能是_____。

(2)随着树龄的增长,树冠不断扩大,出现株间交叉现象,枝叶遮挡严重,苹果产量较往年下降,苹果产量下降的原因是_____。

(3)苹果在成熟过程中会产生大量的乙烯,乙烯能够促进细胞呼吸和果实成熟。为延长阿克苏苹果的采后贮藏时间,研究人员用不同浓度的臭氧处理阿克苏苹果,探究其对阿克苏苹果贮藏品质的影响,实验结果如下图所示。



甲 臭氧处理对阿克苏苹果乙烯释放速率的影响



乙 臭氧处理对阿克苏苹果还原糖的影响

①本实验的自变量是_____。

②根据图甲结果,可得出的结论是_____。

③10 天后,实验组还原糖含量均高于对照组,可能的原因是_____。