2026 北京昌平高三（上）期末

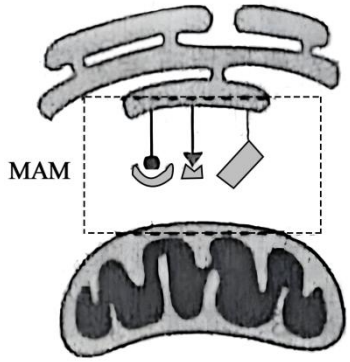
生　　物

本试卷共 10 页，共 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将答题卡交回。

第一部分

本部分共 15 题，每题 2 分，共 30 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 线粒体与内质网并非孤立运作，它们通过一个称为“线粒体相关内质网膜”（MAMs）的特殊结构紧密连接（如下图）。癌细胞会通过 MAMs 引发一系列利于自身生存、增殖的变化。相关叙述中错误的是（　）



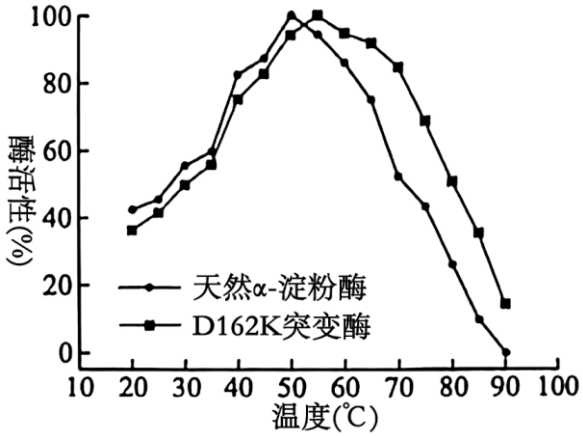
A. 内质网与线粒体可通过 MAMs 实现信息交流

B. 癌细胞通过影响 MAMs 促进线粒体供能

C. MAMs 异常是细胞发展为癌细胞的根本原因

D. MAMs 可作为治疗直肠癌的潜在新靶点

2. α-淀粉酶是一种重要的工业酶，研究人员采用计算机辅助设计对该酶分子进行改造，获得 D162K 突变酶，检测不同温度对酶活性的影响，结果如下图。相关叙述正确的是（　）



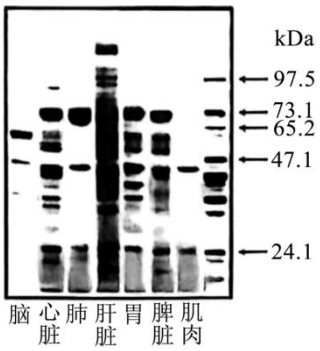
A. 淀粉酶为淀粉的分解反应提供所需的活化能

B. 低温使酶的空间结构发生改变降低酶活性

C. D162K 酶较天然 α-淀粉酶催化效率提高

D. 所有数据点均为多次独立实验的平均值

3. 科学家利用电泳技术对大鼠的脑、心脏、肺等七种器官的蛋白质组分进行分析，结果如下图。关于该现象的解释正确的是（　）



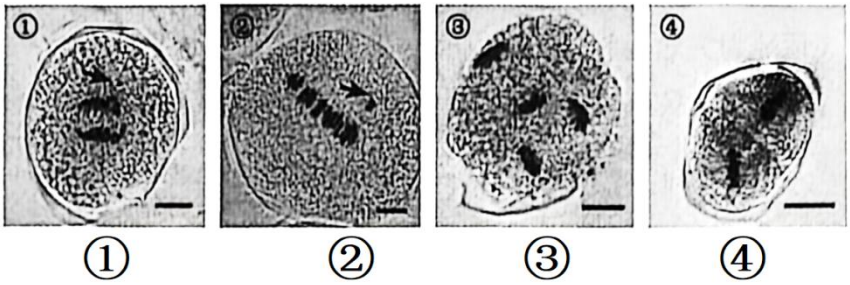
A. 不同器官细胞中核 DNA 碱基序列差异导致蛋白质种类不同

B. 不同器官细胞基因选择性表达导致蛋白质种类和数量差异

C. 细胞分化的过程中体现出动物体细胞核具备全能性

D. 不同器官细胞氨基酸种类不同导致蛋白质存在差异

4. 下图为显微镜下杂种鹅掌楸花粉母细胞减数分裂不同时期图像。相关叙述错误的是（　）



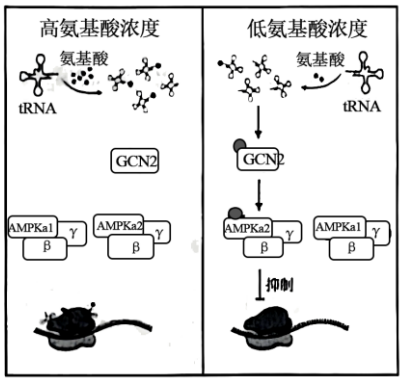
A. 实验操作流程为解离→漂洗→染色→制片→观察

B. 鹅掌楸花粉母细胞的发育顺序为②①④③

C. 图③发生同源染色体分离和非同源染色体自由组合

D. ①②细胞形成的配子可能产生染色体变异

5. 当氨基酸充足时，蛋白质合成正常进行。当氨基酸匮乏时，蛋白质合成受抑制，调节机制如下图。相关叙述错误的是（　）



A. tRNA 与氨基酸的结合具有特异性

B. 该调控过程发生在细胞质中

C. 图中所示过程需要 RNA 聚合酶

D. 该过程有利于维持细胞代谢稳态

6. 在澳大利亚南部，小兔兰开花时，其唇瓣会模拟当地一种雌性蚂蚁的形态，吸引有繁殖需求的雄性蚂蚁前来“假交配”，雄蚁在这一过程中帮助小兔兰完成授粉。相关叙述正确的是（　）

A. 雄蚁假交配行为是为帮助小兔兰授粉而产生的有利变异

B. 小兔兰与雄蚁的这种相互关系是长期协同进化的结果

C. 小兔兰与当地雄蚁之间的种间关系为互利共生

D. 小兔兰与雄性蚂蚁之间不存在信息传递

7. 科研人员在验证“酸碱体质理论”时，通过实验检测健康志愿者食用肉类、谷物等大量酸性食物或蔬菜、水果等碱性食物后血浆 pH 的变化，同时监测糖尿病酮症酸中毒（胰岛素不足导致脂肪分解产生大量酸性酮体）患者的血浆 pH。相关叙述错误的是（　）

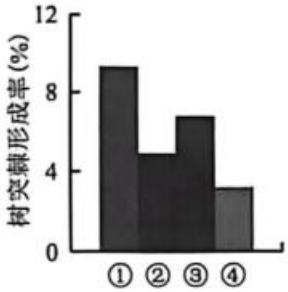
A. 机体正常情况下血浆 pH 维持在 7.35~7.45 范围内

B. 血浆 pH 稳定的维持主要依赖 HCO_3^-/H_2CO_3等缓冲物质

C. 食用大量酸性或碱性食物后，志愿者血浆 pH 会显著变化

D. 酸中毒患者血浆 pH 下降说明机体维持稳态的调节能力有限

8. 运动训练是典型的“技能学习”，依赖大脑的学习记忆机制。下图为不同处理组运动训练 8h 后小鼠树突棘（顶端为突触后膜）的形成率，相关叙述正确的是（　）



①40 次运动训练＋正常睡眠　②40 次运动训练＋睡眠剥夺　③80 次运动训练＋睡眠剥夺　④无运动训练＋睡眠剥夺

A. 本实验探究了学习和睡眠之间的关系

B. 学习时间越长越有利于树突棘的形成

C. 树突棘可将电信号转变为化学信号

D. 学习与睡眠剥夺对树突棘形成的作用相反

9. 糖皮质激素（如地塞米松）可降低 T 细胞活化效率、抑制浆细胞合成抗体，减少炎症因子产生，临床中常用于治疗类风湿关节炎，但长期大剂量使用会增加患者继发感染的风险。相关叙述错误的是（　）

A. 糖皮质激素在人体内含量少作用效果显著

B. 糖皮质激素可通过血液定向运输到 T 细胞

C. 免疫细胞的过度活化可造成类风湿关节炎

D. 长期使用糖皮质激素会导致免疫功能下降

10. 科研人员对塞罕坝荒原恢复过程的监测发现：人工造林初期以华北落叶松单一树种为主，随着时间推移，白桦、山杨等树种逐渐迁入，林下植被增多。相关叙述正确的是（　）

A. 荒原中所有白桦、山杨构成群落

B. 塞罕坝荒原物种丰富度逐渐增加

C. 该区域林下植被不具有垂直结构

D. 塞罕坝的恢复过程属于初生演替

11. 近 20 年来，鄱阳湖枯水期提前且持续延长，导致沉水植被退化，白鹤等候鸟的自然觅食生境遭到破坏，它们被迫聚集到人工藕田与稻田中，使藕田、稻田里的植食性水鸟数量显著增多。通过水利枢纽的科学调度，能够恢复区域水文节律，促进沉水植被逐步恢复，让候鸟重返回自然生境。相关叙述正确的是（　）

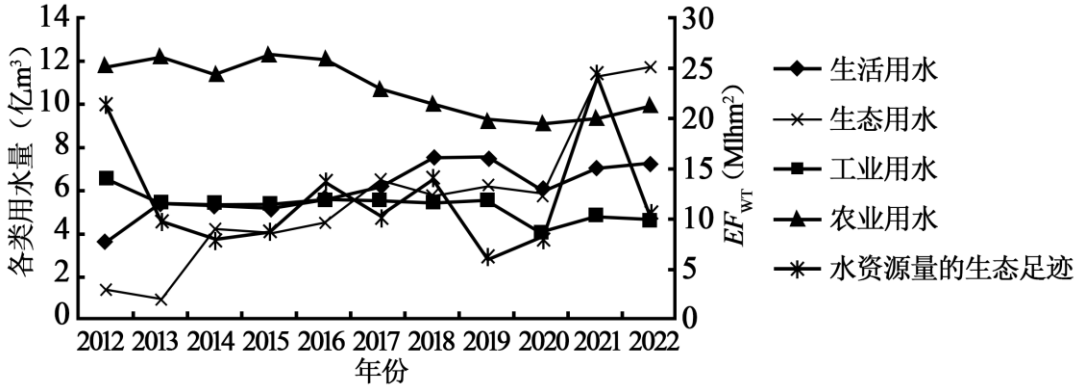
A. 水利枢纽恢复水文、改善湿地，体现人类对群落演替的调控作用

B. 人工藕田、稻田为候鸟提供食物和栖息场所，属于就地保护措施

C. 沉水植被退化破坏候鸟觅食生境，体现了生物多样性的直接价值

D. 由于候鸟的数量减少，鄱阳湖湿地生态系统的恢复力稳定性降低

12. 水资源生态足迹 EF_{wr} 是衡量区域水资源可持续利用的重要指标。下图为 2012—2022 年天津市水资源量生态足迹及生活用水、工业用水、农业用水、生态用水四类用水量变化。相关叙述错误的是（　）



A. 农业用水占比最高，说明农业水资源利用效率低

B. 天津市工业节水技术推广、高耗水产业转型工作效果显著

C. 生态用水增长显著，体现天津市对生态系统修复的重视

D. 天津市水资源生态足迹整体呈“波动下降”的趋势

13. 柑橘传统杂交育种受雌雄器官败育、幼年期长等因素限制，育种效率较低。科研人员以染色体数为 2n=18 的 HB 柚叶肉原生质体、染色体数为 2n=18 的 Nova 橘柚愈伤原生质体为材料，通过植物体细胞杂交技术获得异源四倍体体细胞杂种 NH 柑橘。相关叙述错误的是（　）

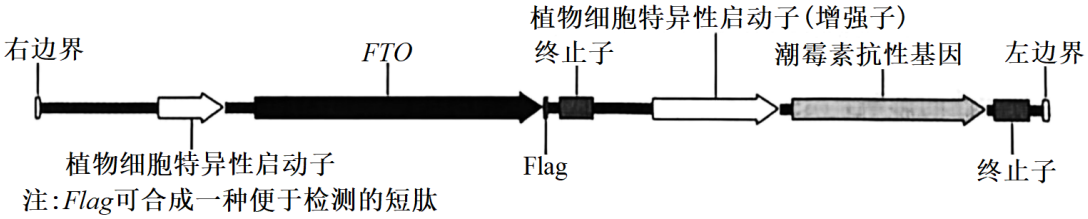
A. 可通过胰蛋白酶处理获得叶肉原生质体

B. 可通过聚乙二醇诱导两种原生质体融合

C. 异源四倍体与亲本回交可培育无核柑橘

D. 可通过检测细胞染色体数目筛选杂种 NH

14. 为实现水稻产量提升，科研人员构建含有动物来源的肥胖基因 FTO cDNA 的 T-DNA 序列如下图，用于将 FTO 转入水稻细胞，下列说法错误的是（　）



A. T-DNA 可携带 FTO 整合到水稻细胞染色体 DNA 上

B. 可用含潮霉素的培养基筛选含重组 Ti 质粒的农杆菌

C. Flag 与 FTO 串联便于通过抗原抗体杂交检测目标蛋白

D. 构建该 T-DNA 需用到逆转录酶、限制酶、DNA 连接酶

15. 下列有关高中生物学实验操作与原理的叙述，正确的是（　）

A. 粗提取 DNA 时，加入 2mol/L 的 NaCl 溶液使 DNA 析出

B. 用样方法调查种群密度时，应在目标物种密集区取样

C. 提取绿叶中的色素时，加入碳酸钙以防止色素被破坏

D. PCR 扩增时，将温度升至 90℃以上以激活 DNA 聚合酶

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 青霉素 V 是一种重要的 β-内酰胺类抗生素，但天然菌株 P45 产量较低，难以满足工业生产需求。为提高青霉素 V 的产量，科研人员进行了一系列研究。

（1）用_____诱发基因突变，获得 93 种突变株，编号为 U1-U93.要证明 U65 突变株最符合生产需求，需_____（写出简要实验思路）。

（2）对培养基成分进行优化。

①P45 在 10 种不同培养基（PM1-PM10）中青霉素 V 的产量如图 1，结果表明_____。科研人员继续进行实验，结果如图 2，该实验目的是_____。

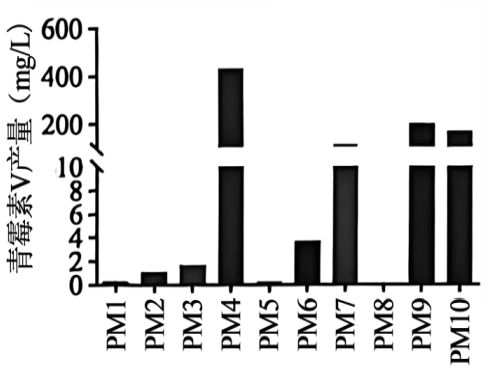


图1

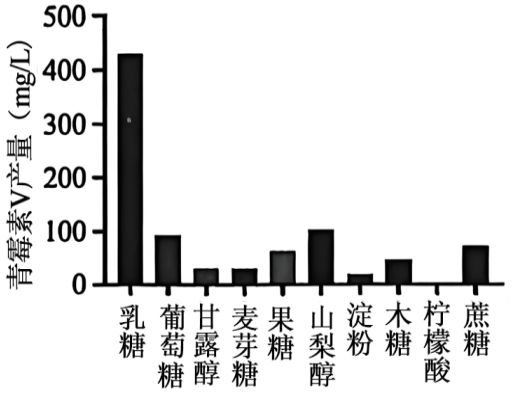


图2

②为确定培养基中哪些成分是合成青霉素 V 所必需的，请写出简要实验思路：_____。

（3）将 93 种突变株及 P45 分别接种于优化后的培养基中进行实验，请改正以下实验步骤中的错误：

_____。

①将孢子悬液涂布于固体培养基上，灭菌后分离单菌落

②挑取单菌落接种至固体培养基上进行扩大培养

③将上述菌株在优化后的培养基中进行发酵培养

④测定各组发酵液中的青霉素 V 产量

17. 抗生素已成为重要环境污染因素，在自然水体中不断被检出。为研究抗生素对浮游动物种间关系的影响，科研人员用诺氟沙星、四尾栅藻（如图 1）、大型溞（口器较大）和近亲裸腹溞（口器较小）进行实验。

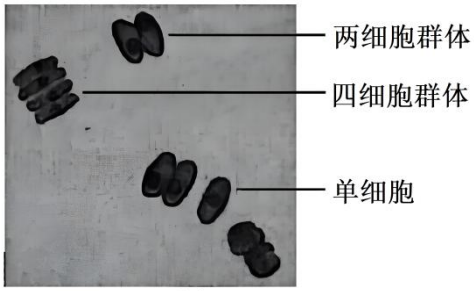


图1

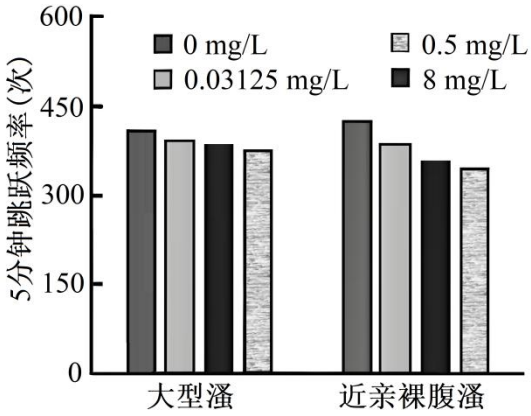


图2

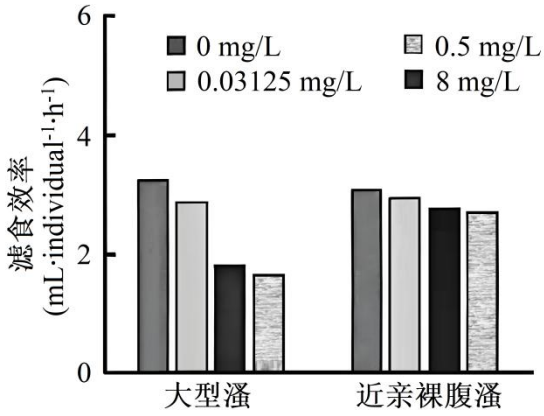


图3

（1）研究发现，诺氟沙星对大型溞和近亲裸腹溞 96h 的半数致死浓度分别为 107.6mg/L 和 27mg/L。将大型溞或近亲裸腹溞培养在含有不同浓度诺氟沙星的培养基中，检测其跳跃频率，结果如图 2。

①选用 0-8mg/L 而不是高浓度诺氟沙星进行实验的原因是避免高浓度诺氟沙星_____，符合_____场景。

②图 2 结果表明近亲裸腹溞对诺氟沙星更敏感，依据是随诺氟沙星浓度升高，_____。

（2）已知浮游动物滤食浮游植物（如四尾栅藻）的效率与其运动能力呈正相关，且诺氟沙星浓度影响四尾栅藻不同细胞群体的占比。将大型溞或近亲裸腹溞放在含有四尾栅藻的烧杯中培养，检测大型溞、近亲裸腹溞的滤食效率，结果如图 3。推测随诺氟沙星浓度升高，近亲裸腹溞滤食效率降低幅度远低于大型溞的主要原因是：加入诺氟沙星后_____，统计结果支持该推测。

（3）取大型溞和近亲裸腹溞各 5 只，与四尾栅藻置于含不同浓度诺氟沙星的烧杯中共培养，统计种群密度结果如图 4。

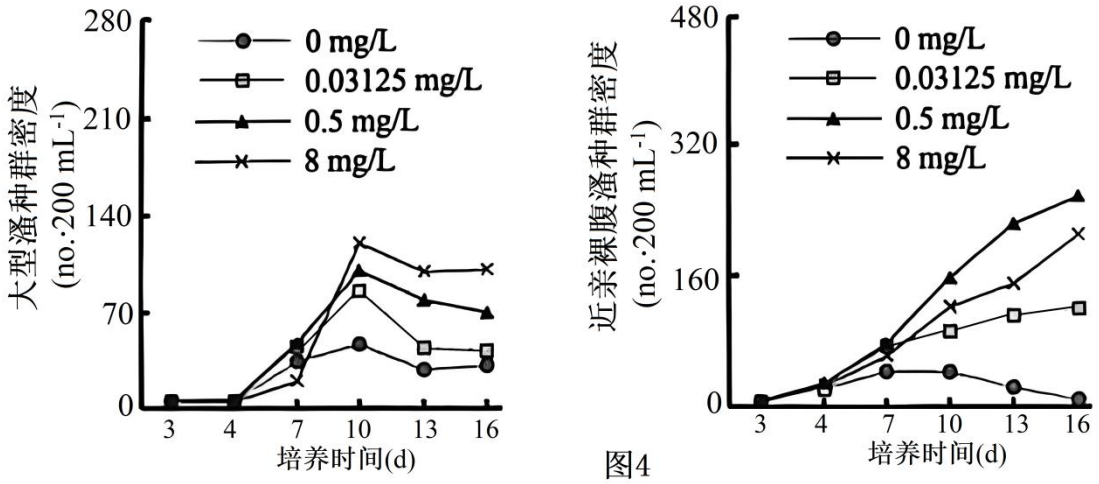


图4

①前 7 天两种浮游动物种群密度增长较快，原因是_____。

②未添加诺氟沙星条件下，7 天后近亲裸腹溞的种群密度下降程度显著高于大型溞，说明近亲裸腹溞_____大型溞。

③加入抗生素后对两种浮游动物之间关系的影响是：诺氟沙星使近亲裸腹溞_____。

18. 向光性是植物适应光照环境的关键生理反应，为了阐明植物向光性的机制，科研人员开展了一系列研究。

（1）植物的向光性是由于生长素分布不均匀造成的，该激素在植物体内含量极少，但调节作用显著，这体现了其_____的特点。

（2）为探究 PHOT1 蛋白是否为向光性反应的感光物质，科研人员进行了相关实验。

①将拟南芥的 PHOT1 基因及光信号无关蛋白基因分别转移到 Sf9 昆虫细胞系中表达，在黑暗或蓝光照射下与放射性标记的 ATP 反应，检测蛋白磷酸化水平，结果如图 1.

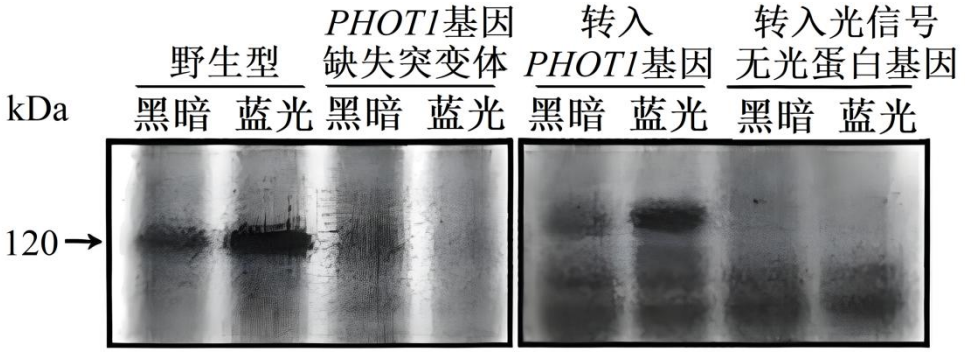


图1

实验中设立表达光信号无关蛋白组的目的是排除_____导致蛋白质发生磷酸化的可能性。实验结果说明 PHOT1 蛋白是植物体内不依赖于其他因素进行蓝光响应的物质，依据是_____。

②若 PHOT1 蛋白为感光物质，除具有感光功能外，推测还需满足_____条件，实验证明该推测正确。

（3）进一步探究 PHOT1 蛋白感光的分子机制，科研人员构建了 PHOT1 基因缺失突变体、PHOT1 基因功能恢复系、PHOT1 蛋白去乙酰化突变体（$PHOT1^{RRRR}$）和 PHOT1 蛋白持续乙酰化突变体（$PHOT1^{QQQQ}$），用单侧蓝光照射并检测下胚轴弯曲角度，结果如图 2.

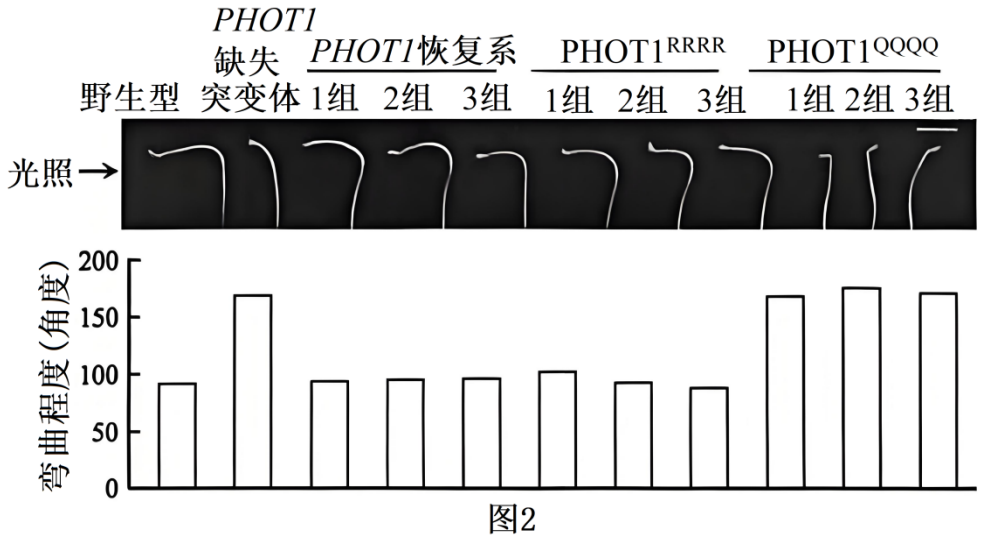


图2

图 2 结果说明_____。

（4）研究表明，PHOT1 蛋白感光后通过调控生长素运输影响其不对称分布。已知在黑暗条件下，磷酸化的 NPH3 与 PHOT1 结合为蛋白复合体并定位于细胞膜；蓝光诱导下，PHOT1 蛋白发生自磷酸化，然后 NPH3 去磷酸化并脱离细胞膜。自磷酸化的 PHOT1 激活 PIN 蛋白系统，促进生长素横向运输；同时使生长素纵向运输转运体（如 ABCB19）磷酸化，抑制其转运活性。PHOT1 去磷酸化后与再磷酸化的 NPH3 结合，重返细胞膜。请依据上述资料，构建拟南芥在蓝光照射下调控生长素分布的机制图_____（使用关键词、箭头、＋、－等表示）。

19. 学习以下材料，回答（1）~（5）题。

藻类“碳工厂”的隐藏技能

藻类贡献了地球近一半的光合固碳，但水生环境中溶解态 CO_2供应稀少且不稳定，严重限制了光合作用效率。藻类演化出独特的 CO_2浓缩机制（CCM），其核心是叶绿体中的“蛋白核”——这个微区室能富集 CO_2，为光合作用关键酶 Rubisco 提供充足底物；不过，受蛋白核基质特性影响，被浓缩的 CO_2会不可避免地发生泄漏。

脂肪酸的合成同样涉及无机碳的“固定”：乙酰辅酶 A 羧化酶（ACC）催化 HCO_3^-与乙酰辅酶 A 生成丙二酰辅酶 A，从而启动脂肪酸合成。在藻类细胞中，这两条关键的碳代谢途径共享叶绿体场所。

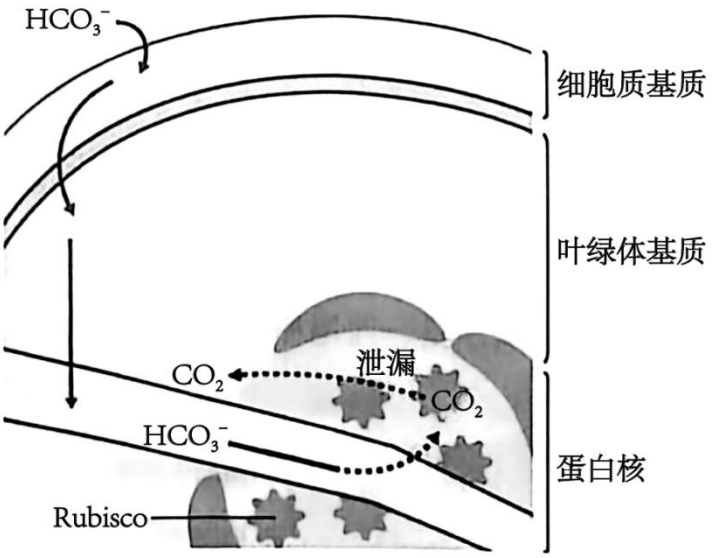
研究团队选用莱茵衣藻探索 ACC 与蛋白核之间的潜在联系。团队聚焦于可催化 CO_2转化为 HCO_3^-的碳酸酐酶（LCIB）及 ACC 的关键亚基 BCC1，分别利用控制红色荧光蛋白合成的 Cherry 和控制绿色荧光蛋白合成的 mVenus 作为报告基因，构建 LCIB-Cherry 融合基因及 BCC1-mVenus 融合基因，导入莱茵衣藻。显微镜下观察两种荧光分布，结果表明在低 CO_2条件下，BCC1 特异性汇聚于蛋白核外周 LCIB 富集的区域，来自蛋白核基质的泄漏 CO_2在此处被重新转化为 HCO_3^-。而当外界 CO_2浓度升高时，蛋白核消散，BCC1 及 LCIB 也随之分散于整个叶绿体基质中。

进一步的研究表明，蛋白核功能缺陷突变体在脂肪酸合成上表现出明显缺陷，且海洋硅藻中也呈现类似的 ACC 空间分布特征。基于这些线索，团队提出了一个“ACC-CCM 协同作用模型”，首次揭示了光合作用与脂肪酸合成这两条途径之间紧密的协同机制，阐释了藻类在贫碳环境中高效利用无机碳的新模式。

（1）藻类通过光合作用途径将_____，以维持地球的碳循环。

（2）显微镜下观察两种荧光分布结果为_____，支持相关结论。

（3）请根据文中信息在答题卡上完善“ACC-CCM 协同作用模型”图_____。



（4）研究发现，在低 CO_2条件下，BCC1 可在蛋白核周围形成凝聚物。为防止 HCO_3^-从蛋白核区域泄漏到叶绿体基质中，写出一种藻类可能的应对策略：_____。

（5）藻类“ACC-CCM 协同作用模型”的应用价值是_____

20. 神经周围浸润（PNI）是指肿瘤细胞直接侵袭或包裹超过 1/3 的神经，与肿瘤进展密切相关。PNI 在胰腺导管腺癌（PDAC）中的发生率最高，探明癌细胞侵袭神经的机制是改进 PDAC 治疗策略的关键一步。

（1）机体免疫系统具有_____肿瘤细胞的功能，以阻止肿瘤的迁移和浸润。肿瘤细胞具有无限增殖、形态结构发生显著变化、_____等特点，PDAC 所分泌的 GC 蛋白通过改变肿瘤微环境，有利于癌细胞的迁移。

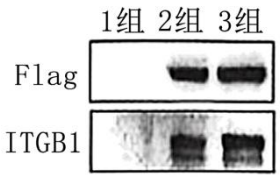
（2）为研究 GC 蛋白在 PNI 中的作用，将_____分别与背根神经节神经元（DRG）进行共培养，并检测_____及 PDAC 沿小鼠 DRG 轴突入侵长度。实验结果说明 GC 蛋白对 PDAC 细胞的增殖无明显作用，但能促进 PDAC 细胞沿 DRG 轴突迁移。

（3）GC 蛋白是维生素 D 运载体，ITGB1 蛋白与细胞迁移途径相关，且在神经元细胞和神经胶质细胞膜上均观察到 ITGB1 蛋白。为证明 GC 蛋白不依赖维生素 D 与 ITGB1 蛋白相互作用。科研人员构建了两种质粒，分别表达 Flag-GC 融合蛋白、Flag-GC_{DEL}（缺乏维生素 D 结合区的 GC 蛋白）融合蛋白，进行下表所示实验。

实验处理	1 组	2 组	3 组
加入含有 ITGB1 蛋白的缓冲液	+	+	+
加入 Flag-GC 重组质粒	−	+	−
加入 Flag-GC_{DEL} 重	−	−	+

组质粒			
将上述质粒转入敲除 GC 蛋白基因的 PDAC	−	+	+
加入抗 Flag 抗体偶联磁珠	+	+	+

注：“＋”表示进行相关实验处理，“－”表示不进行相关实验处理



利用相关工具吸取磁珠，收集各组总蛋白并进行电泳，再分别用抗 Flag 抗体和抗 ITGB1 蛋白抗体进行检测，结果如上图。为证明各组反应体系中确实存在相关靶蛋白，需补充的实验处理为_____，预期结果为_____。

（4）研究证实，PDAC 细胞分泌的 GC 蛋白通过与神经胶质细胞上的 ITGB1 蛋白相互作用，诱导其去分化。去分化的神经胶质细胞通过“推、挤、拉”等机制增强癌细胞的迁移能力，从而促进 PNI，同时通过分泌细胞因子 TGF-β（可抑制 T 细胞功能），营造一个有利于癌细胞存活的环境。

综上所述，请运用免疫学知识，提出两条干预 PDAC 发生 PNI 思路：_____。

21. 番茄果实颜色由果皮颜色和果肉颜色共同决定，表 1 为科研人员获得的部分番茄果实。紫色果实番茄富含多种有益色素且含量显著高于其他番茄，但对烟粉虱传播的黄化曲叶病毒抗性弱。粉红色果实番茄含有纯合抗性基因，对该病毒抗性较强。

表 1

品种	果皮颜色	果肉颜色	果实颜色
1	金黄	红色	大红
2	金黄	黄色	黄色
3	金黄	紫色	金紫色
4	金黄	黄绿色	深黄绿色
5	金黄	橙色	深橙黄色
6	透明	红色	粉红色
7	透明	黄色	淡黄色

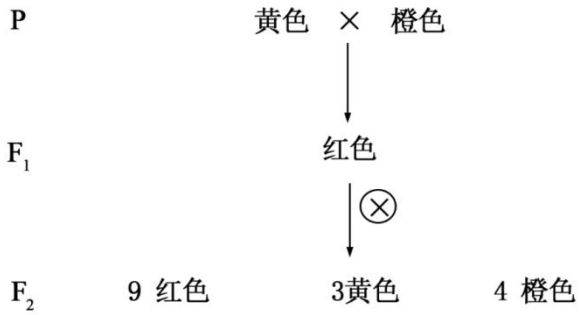
8	透明	紫色	紫色
9	透明	黄绿色	黄绿色

表 2

亲本	黄色番茄×紫色番茄			
F_1	大红 100			
F_2	大红	151	粉红色	57
	金紫色	60	紫色	15
	黄色	75	淡黄色	14
	深黄绿色	16	黄绿色	12

（1）将表 1 中品种 2 与 8 杂交，后代果实颜色及数量如表 2.结果表明番茄果皮颜色_____为显性性状，且符合基因分离定律，依据是_____。

（2）基因 R 和 r 分别控制番茄果肉颜色红色和黄色，T 和 t 分别控制非橙色和橙色。黄色果肉番茄与橙色果肉番茄杂交，子代表型及比例如下图。



①推测 F_2表型分离比为 9:3:4 的原因是_____。

②番茄果实中类胡萝卜素的合成过程如下：异戊烯焦磷酸（IPP）聚合形成牻牛儿焦磷酸（GGPP），GGPP 在 PSY1 酶（在果实中起主要作用）或同源酶 PSY2 酶（仅在绿色组织发挥作用）的催化下转化为八氢番茄红素（无色），八氢番茄红素经多种酶的催化形成顺式番茄红素（橙色），后者在 C 酶催化下迅速形成全反式番茄红素（红色），全反式番茄红素可进一步形成不同颜色的色素。为确定基因 R/r 与 T/t 的作用，科研人员获得野生型、单基因及双基因突变体，并检测相关色素含量，结果如表 3.

表 3

	色素浓度（μg /g 鲜重）			
	R_T_	R_tt	rrT_	rrtt

八氢番茄红素	10.3	31.0	0	0.9
顺式番茄红素	0	64.1	0	7.7
全反式番茄红素	72.0	0	1.0	1.6

注：双基因突变体中存在微量 C 酶类似物

与 R 基因相比，r 基因编码蛋白质的 DNA 序列不变，但不能正常转录请推测 t 基因的作用机制：

_____。

（3）为选育营养价值高且抗黄化曲叶病毒的稳定遗传番茄，请写出简要杂交思路并设计实验检测其抗性：_____。

参考答案

第一部分

本部分共 15 题，每题 2 分，共 30 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

题 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答 案	C	D	B	C	C	B	C	D	B	B
题 号	11	12	13	14	15					
答 案	A	A	A	B	C					

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16.（1） ①. 物理、化学方法 ②. 将 U65 突变株与其他突变株及野生型 P45 置于相同且适宜的培养条件下培养，测定并比较各组青霉素 V 的产量

（2） ①. P45 在 PM4 培养基中青霉素 V 的产量最高，不同培养基对 P45 产青霉素 V 的影响差异显著 ②. 探究不同碳源对 P45 产青霉素 V 产量的影响 ③. 配制缺失不同成分的培养基，分别接种 P45 菌株，在相同且适宜条件下培养，测定青霉素 V 的产量

（3）①对固体培养基进行灭菌，然后将孢子悬液涂布于固体培养基上分离单菌落

②挑取单菌落接种至液体培养基上进行扩大培养

17.（1） ①. 导致实验动物死亡，实验无法进行 ②. 慢性毒性 ③. 近亲裸腹溞的跳跃频率下降幅度显著大于大型溞

（2）四尾栅藻群体细胞占比降低、单细胞或两细胞群体占比增加，更适合口器较小的近亲裸腹溞滤食，而大型溞依赖口器滤食多细胞群体，受影响更大

（3） ①. 食物充足、生存空间充裕，种内斗争较弱 ②. 竞争能力弱于 ③. 竞争优势增强，种群密度下降幅度减小(或种群数量相对稳定)

18.（1）微量、高效

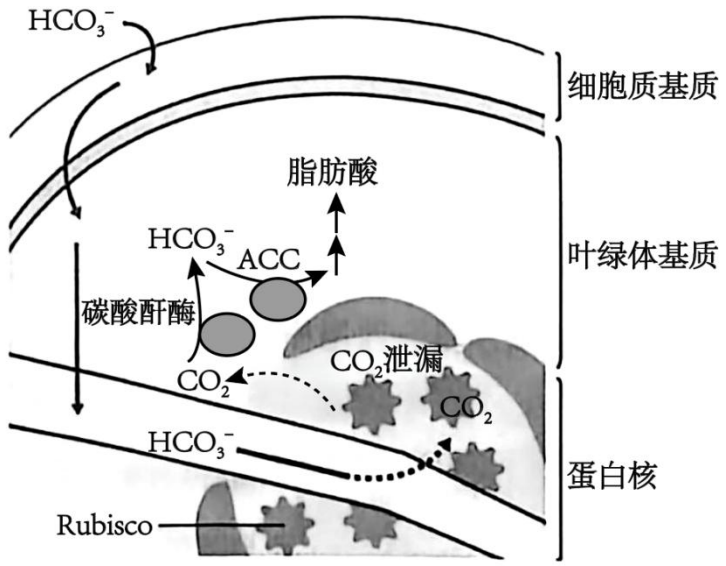
（2） ①. 除蓝光外的其他因素 ②. 只有转入 PHOT1 基因的细胞系在蓝光照射下蛋白磷酸化水平显著升高，转入光信号无关蛋白基因的细胞系在黑暗和蓝光照射下磷酸化水平无明显差异 ③. 能将光信号转化为细胞内的生理信号（能引发后续生理反应）

（3）PHOT1 基因对于植物的向光性反应至关重要，PHOT1 蛋白的乙酰化修饰调控植物的向光性反应，单侧蓝光照射下，PHOT1 蛋白去乙酰化诱导植物向光弯曲生长

（4）蓝光→PHOT1 蛋白自磷酸化→激活 PIN 蛋白系统，同时使 ABCB19 磷酸化→促进生长素横向运输，抑制生长素纵向运输→黑暗→PHOT1 去磷酸化并与再磷酸化的 NPH3 结合→重返细胞膜

19.（1）无机物(CO_2)转化为有机物

（2）低 CO_2 条件下红色荧光和绿色荧光在蛋白核外周共定位(或重叠)，高 CO_2 条件下两种荧光分散于整个叶绿体基质中

（3）

（4）在蛋白核外周富集 BCC1 以增强凝聚物的致密性，加速泄漏的 CO_2 转化为 HCO_3^-，形成局部高浓度区域使其被 ACC 高效利用，减少向叶绿体基质的扩散

（5）提高藻类的光合效率和脂肪酸产量，开发高产油微藻，促进生物燃料生产；增强碳捕获与利用，缓解温室效应，在生物能源和碳中和领域具有应用潜力

20.（1） ①. 监视、识别和清除 ②. 细胞表面糖蛋白减少

（2） ①. 敲除 GC 蛋白基因的 PDAC 细胞和正常的 PDAC 细胞 ②. PDAC 细胞的增殖情况

（3） ①. 分别取不加入抗 Flag 抗体偶联磁珠的 1 组、2 组、3 组细胞裂解液进行电泳，再分别用抗 Flag-GC 融合蛋白抗体、抗 Flag-GC_{DEL} 融合蛋白抗体和抗 ITGB1 蛋白抗体进行检测 ②. 1 组能检测到 ITGB1 蛋白，2 组能检测到 ITGB1 蛋白和 Flag-GC 融合蛋白，3 组能检测到 ITGB1 蛋白和 Flag-GC_{DEL} 融合蛋白，以此验证体系中存在相应靶蛋白

（4）研制能够阻止 GC 蛋白与 ITGB1 蛋白相互作用的药物；研制可以解除 TGF-β 对 T 细胞抑制作用的药物

21.（1） ①. 金黄 ②. F_2中果皮颜色金黄:果皮颜色透明≈3 : 1，符合基因分离定律中杂合子自交后代性状分离比

（2） ①. 基因 R/r 与 T/t 位于非同源染色体上，遵循基因自由组合定律，且基因型为 R_tt 和 rrtt 的番茄果肉颜色表现为橙色 ②. 促进 R 基因的转录以及 PSY1 酶等相关酶基因的表达，抑制 C 酶的活性或抑制 C 酶相关基因的表达

（3）选择粉红色果实番茄（含抗黄化曲叶病毒基因）与紫色果实番茄（营养丰富）杂交得到 F_1，F_1自交得到 F_2，从 F_2中选择紫色果实番茄，让其自交，通过多代自交和选择，若后代不发生性状分离，则为纯合子，再对这些纯合的紫色果实番茄进行抗黄化曲叶病毒检测，从而选育出营养价值高且抗黄化曲叶病毒的稳定遗传番茄