2023 北京东城高三（上）期末

生　　物

1. 核酸和蛋白质都属于生物大分子，关于两者的叙述错误的是（　　）

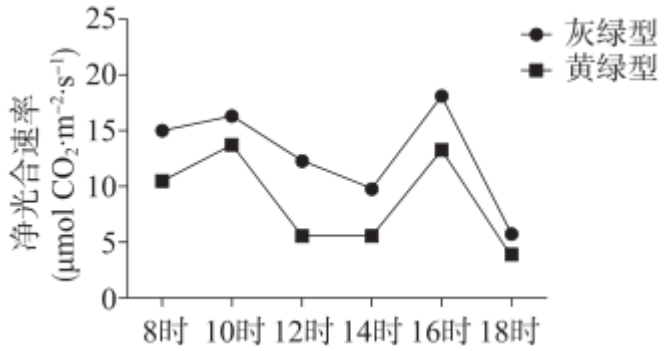
A. 都以碳链为骨架　　B. 都具有结构多样性

C. 都是由许多单体构成的多聚体　　D. 都是遗传信息的携带者

2. 蓝细菌和酵母菌共有的细胞结构是（　　）

A. 核膜　　B. 细胞膜　　C. 叶绿体　　D. 内质网

3. 羊草属禾本科植物，据叶色可分为灰绿型和黄绿型两种。在夏季晴朗日子的不同时间对两种羊草的净光合速率进行测定，结果如下图。据图分析错误的是（　　）



A. 8~18 时两种羊草始终处于有机物的积累状态

B. 10～12 时两种羊草净光合速率下降可能　气孔关闭影响暗反应过程

C. 14～16 时两种羊草净光合速率逐渐升高是光照强度逐渐增强所致

D. 灰绿型羊草净光合速率高于黄绿型可能与叶中叶绿素含量不同有关

4. 下列过程中不需要 ATP 水解提供能量的是（　　）

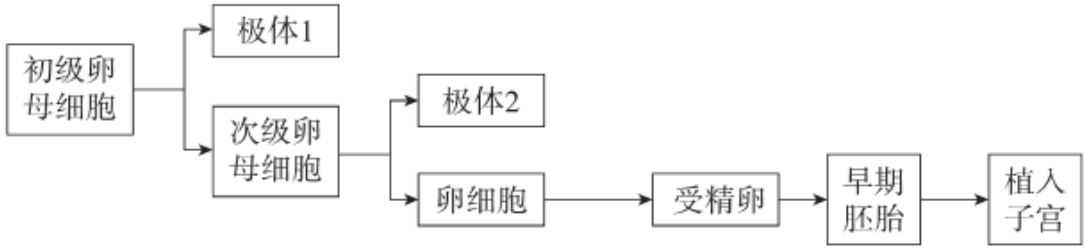
A. 小肠上皮细胞逆浓度梯度吸收 K^+

B. 水分子借助水通道蛋白进出细胞

C. 胰岛 B 细胞合成分泌胰岛素的过程

D. 生长素在胚芽鞘中极性运输的过程

5. 表型正常的夫妇生育了一个患病男孩，检查发现只有妻子携带此遗传病的致病基因。二人想生育一个健康孩子，医生建议通过对极体进行基因分析，筛选出不含该致病基因的卵细胞，并采用试管婴儿技术辅助生育后代，示意图如下。下列叙述错误的是（　　）



A. 可初步判断致病基因为隐性，位于 X 染色体上

B. 此夫妇自然生育患该遗传病子女的概率为 25%

C. 若极体 1 不含致病基因说明卵细胞不含致病基因

D. 采用试管婴儿技术体外受精前精子必须经过获能处理

6. 生物体中编码 tRNA 的 DNA 上某些碱基改变后，可以产生“校正 tRNA”，在合成多肽链的过程中发挥作用。某种突变产生了一种携带甘氨酸但是能识别精氨酸密码子的“校正 tRNA”。下列叙述错误的是（　　）

A. 此种突变改变了编码多肽链的基因的碱基序列

B. 新合成的多肽链中，原来精氨酸的位置可被替换为甘氨酸

C. 组成多肽链的氨基酸序列由 mRNA 上的密码子直接决定

D. “校正 tRNA”的存在可以弥补某些突变引发的遗传缺陷

7. 芸薹属栽培种中二倍体种芸薹、黑芥和甘蓝通过相互杂交和自然加倍形成了四倍体种，关系如图（图中 A、B、C 分别代表不同的染色体组，数字代表体细胞中的染色体数目）。下列叙述错误的是（　　）



A. 骤然低温能够通过抑制纺锤体的形成引起染色体自然加倍

B. 黑芥与芸薹培育芥菜的过程中发生了染色体数目变异和基因重组

C. 若甘蓝型油菜与黑芥杂交，产生的子代体细胞中含同源染色体

D. 若芥菜与甘蓝杂交，后代体细胞含 3 个染色体组，减数分裂中无法正常联会

8. 慢性淋巴细胞性甲状腺炎患者会产生抗体作用于自身甲状腺，引起炎症，其中某些患者的甲状腺细胞被破坏，释放甲状腺激素，也称为甲亢性甲状腺炎。下列分析正确的是（　　）

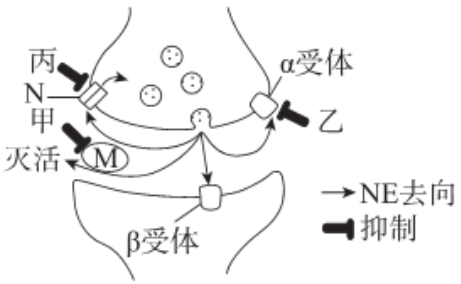
A. 慢性淋巴细胞性甲状腺炎是一种自身免疫病

B. 甲状腺细胞分泌的甲状腺激素通过导管运输至靶细胞

C. 甲亢性甲状腺炎患者体内的促甲状腺激素含量较高

D. 检测甲状腺激素含量水平即可诊断甲亢性甲状腺炎

9. 去甲肾上腺素（NE）是一种神经递质，现有药物甲、乙，丙，作用机制如下图所示，图中 M 是可催化分解 NE 的酶，N 作为转运蛋白可回收 NE，当 NE 较多时，还可以作用于突触前膜 α 受体，抑制 NE 继续释放。相关分析错误的是（　　）



A. NE-β 受体复合物可改变突触后膜对离子的通透性

B. 通过 M 酶分解以及 NE 的回收可避免 NE 持续发挥作用

C. NE 作用于突触前膜的 α 受体影响递质释放属于反馈调节

D. 药物甲、丙的作用效果相同，但与药物乙的不同

10. 引领世界的“麦草方格”固沙方法（如下图）在中国第一条沙漠铁路穿越腾格里沙漠的治沙过程中建立起绿色屏障。“麦草方格”固沙方法用干麦草，稻草等扎成方格固定于沙中，并在方格内播撒固沙植物的种子。下列说法错误的是（　　）



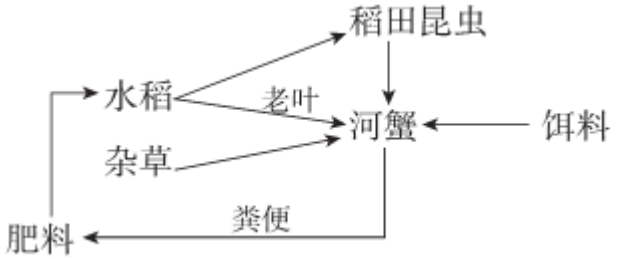
A. 草方格能蓄积降水有助于固沙植物生长

B. 微生物可以分解干麦草进而改善土壤条件

C. 该过程不能改变群落的演替速度和方向

D. 该固沙方法可增大治理区域的物种丰富度

11. 下图为我国稻蟹共作生态系统结构简图。此生态农业模式能提高水稻产量。相关分析错误的是（　　）



A. 与单作稻田相比，输入的能量来源在光能基础上增加了饵料和粪肥

B. 与单作稻田相比，营养结构更加复杂从而提高了生态系统的稳定性

C. 与单作稻田相比，水稻产量提高的原因有河蟹捕食稻田昆虫和杂草

D. 河蟹取食老叶、河蟹粪便还田均体现了生态工程原理中的循环原理

12. 人凝血酶III是一种分泌蛋白，可预防和治疗急慢性血栓。重组人凝血酶III是世界上首个上市的动物乳腺生物反应器生产的重组蛋白药物。下列相关叙述错误的是（　　）

A. 可从人细胞中提取 RNA 后利用逆转录 PCR 技术获取目的基因

B. 目的基因的上游需连接在乳腺细胞中特异表达基因的启动子

C. 用显微注射技术将表达载体导入乳腺细胞来获得转基因动物

D. 若用大肠杆菌作为受体细胞难以获得活性高的人凝血酶III

13. 植物组织培养技术在科学研究和生产实践中得到了广泛的应用。下列过程中不涉及植物组织培养技术的是（　　）

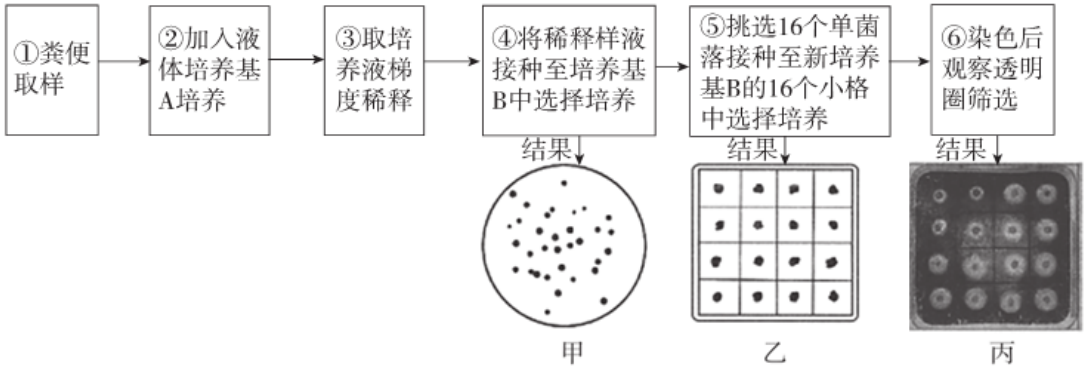
A. 培育甘蓝一萝卜的体细胞杂交植株

B. 用秋水仙素处理二倍体西瓜幼苗获得四倍体植株

C. 用植物茎尖培养可减少病毒感染的脱毒苗

D. 将抗虫基因转入棉花体细胞中获得转基因抗虫棉

14. 纤维素分解菌是一种新型饲料添加剂，能够提高粗纤维饲料的转化率，为养殖业提供更多的饲料来源。研究人员从反刍动物粪便中分离筛选纤维素分解菌，步骤如下：



关于上述实验的分析正确的是（　　）

A. 可采用干热灭菌法对培养基 A、B 进行灭菌

B. 培养基 B 中应加入纤维素作为唯一氮源

C. 通过③④可实现将聚集的微生物分散成单个细胞

D. 丙中透明圈越小说明细菌分解纤维素能力越强

15. 同学们利用光学显微镜对 4 种实验材料进行观察，经表中实验处理，无法观察到相应实验现象的是（　　）

选项	实验材料及处理	实验现象
A	用苏丹III染液染色的花生子叶	子叶细胞中有橘黄色颗粒
B	置于清水中的黑藻叶片	叶绿体随细胞质的流动而移动
C	用台盼蓝染液染色的酵母菌	有部分酵母菌被染成蓝色
D	用甲紫染液染色的洋葱根尖分生区细胞	染色体在细胞中向两极移动

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

16. 乌桕是一种生长迅速的亚热带树木，跳甲和卷象是以乌桕为食的昆虫。为探究这三种生物的种内和种间互作的调控关系，研究者进行了相关实验。

（1）从生态系统的组成成分划分，跳甲和卷象都属于_____，二者与乌桕均存在_____关系。

（2）跳甲成虫和卷象成虫以乌桕树叶为食，跳甲幼虫以乌桕树根为食，这样可以降低由于_____重叠导致的种内或种间竞争。

（3）科研人员在实验网笼（如图 1）中放入昆虫的成虫，一段时间后测定乌桕根部淀粉和单宁（一种植物

防御昆虫的物质）的含量，结果如图 2。据图可知，此实验中引起乌桕根部物质含量发生变化的因素有_____。

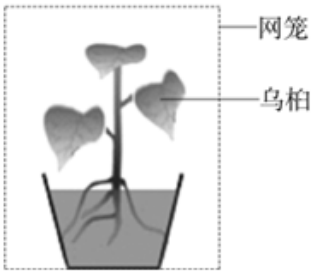


图 1

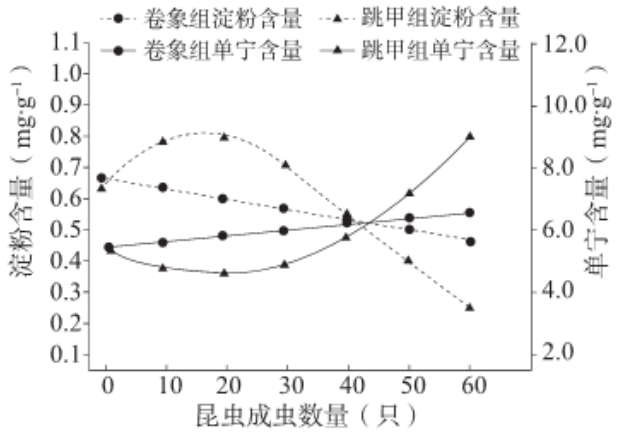


图 2

（4）为研究乌桕被跳甲或卷象成虫损害后对跳甲幼虫的影响，研究者利用（3）处理过的装置，移除所有成虫，将 10 只跳甲幼虫转移到乌桕根部土壤中，测定其存活率，结果如图 3。该实验中对照组的处理是_____。请结合图 2 解释图 3 跳甲组结果的原因：_____。

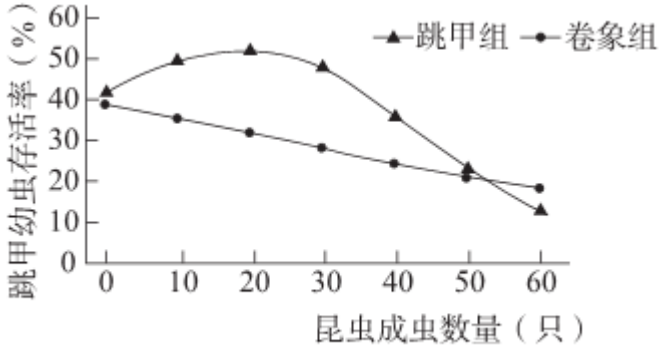


图 3

（5）已有研究发现，跳甲幼虫对乌桕根的取食也可诱导叶产生挥发物质，能够吸引跳甲成虫取食，但对卷象成虫有排斥作用。综合上述信息分析，乌桕与跳甲、卷象间关系的调控体现出生态系统的_____功能，对维持生态系统的稳定和平衡起重要作用。

17. 学习以下材料，回答（1）~（4）题。

提高光合作用速率的新构想

光合作用是地球上唯一能够捕获和转化光能的生物学途径。提高光合作用速率对促进农业增产增收、实现碳中和等具有重要意义。

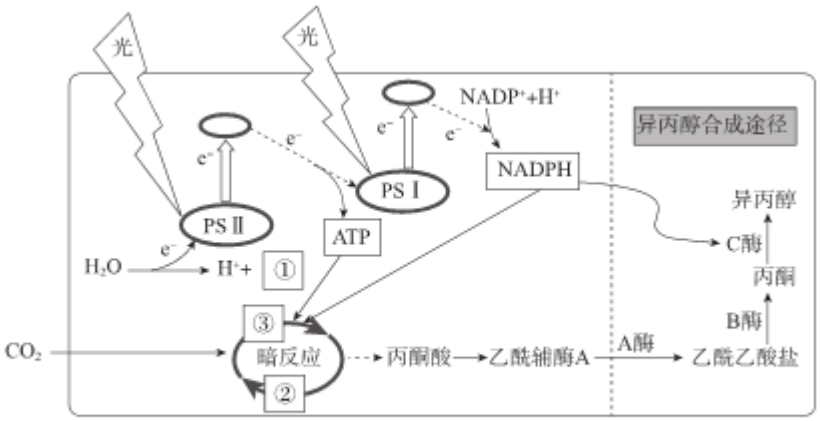
光合作用分为光反应和暗反应两个密切相关的阶段。人们一直致力于通过优化光能捕获系统，或增加碳固定效率等途径来提高光合速率。研究发现，光反应产生 ATP 与 NADPH 比例相对固定，但理论上要保证暗反应的充分进行，需要的 ATP 与 NADPH 比例要比实际中光反应产生的高，这可能是限制光合作用速率的因素之一。也有研究发现，通过增加光能吸收促进 ATP 合成，实际对提高光合速率的影响有限。因此，有研究人员提出新的构想——从细胞代谢全局出发，将光反应和暗反应视为有机整体，在细胞中导入 NADPH 消耗模块，以提高细胞原有的 ATP 与 NADPH 比例。

人们发现，在一些异养型微生物中存在着生成异丙醇的代谢途径。研究人员以蓝细菌为研究模型，通过导入

三种外源酶（A、B、C 酶）基因，在细胞原有的光合作用途径中创建了消耗 NADPH 的异丙醇合成途径，如图 1 所示，在 C 酶的催化反应中会消耗 NADPH，相关指标的检测结果见表和图 2，证明增加 NADPH 消耗途径可以有效提高蓝细菌的光合速率。

光合微生物通常利用低于 600μmol·m^{-2}·s^{-1} 的中、低强度光，然而自然界的光照强度往往是波动的，白天最大光强度通常可达到 990μmol·m^{-2}·s^{-1} 以上，本研究表明将额外的 NADPH 消耗能力引入光合生物可能是利用波动和高强度光的有用策略。

人们对光合作用等细胞代谢活动的认识在不断发展，正吸引着科学家们进一步研究。



注：PSⅡ、PSⅠ是由光合色素与蛋白质等结合构成的进行光吸收的功能单位。

图 1

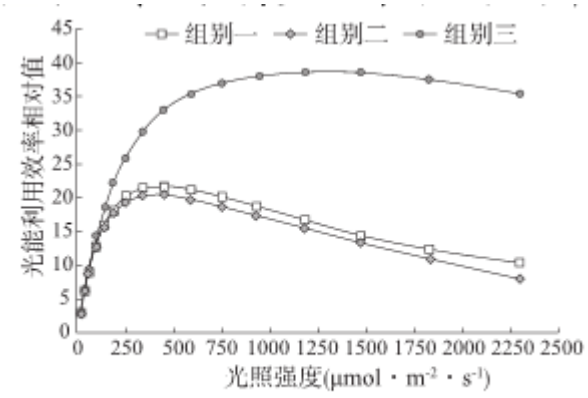


图 2

组别	导入基因	NADPH 含量（pmol）	ATP 含量（μmol）	CO_2 固定速率（mg·g^{-1} 细胞干重·h^{-1}）
一	无	193.5	39.28	86
二	A、B	190.83	35.23	85
三	A、B、C	112.83	62.53	119

注：NADPH 与 ATP 含量在最适光照下测定。

（1）图 1 中①②表示的物质分别是_____；NADPH 在③的进一步反应中的作用是_____。

（2）表中组别二的结果说明_____。为验证蓝细菌有效提高光合速率是由于额外的 NADPH 消耗

直接导致的，研究人员在组别一的蓝细菌中只导入 C 基因，在培养基中添加_____进行培养，实验结果应与组别_____结果相同。

（3）综合文中信息，阐述在蓝细菌中创建异丙醇合成途径能够提高光合速率的原因_____。

（4）基于本文的研究结果，写出一个可进一步研究的问题_____。

18. 胚胎发育过程中，椎骨和长骨的纵向生长主要是由胚胎骨骼中生长板区域的软骨细胞经历了一系列过程完成的。HK 基因缺失会导致小鼠四肢、脊柱明显畸形。科研人员利用 HK 基因敲除小鼠（KO）进行研究。

（1）胚胎骨骼发育过程中生长板软骨细胞会经历细胞_____和凋亡等过程，最终发育成骨骼。生长板属于生理性缺氧组织，软骨细胞主要进行无氧呼吸，细胞呼吸的第一阶段（糖酵解）产生的丙酮酸会转化为_____，糖酵解强度的变化会影响生长板正常发育。

（2）有研究表明 HK 是一种 RNA 结合蛋白，生长板软骨细胞糖酵解的触发需要依赖于缺氧诱导因子 Hiflα 蛋白。检测野生型小鼠（WT）和 KO 小鼠软骨细胞中 Hif1α mRNA 的半衰期，结果如图 1。推测 HK 蛋白可通过_____。

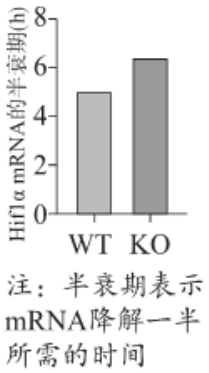


图 1

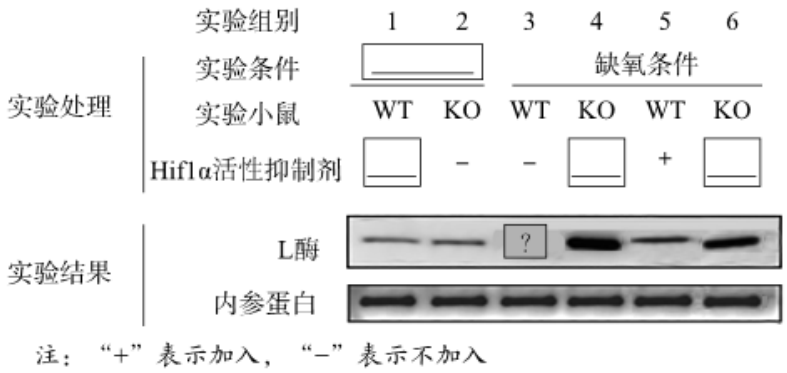


图 2

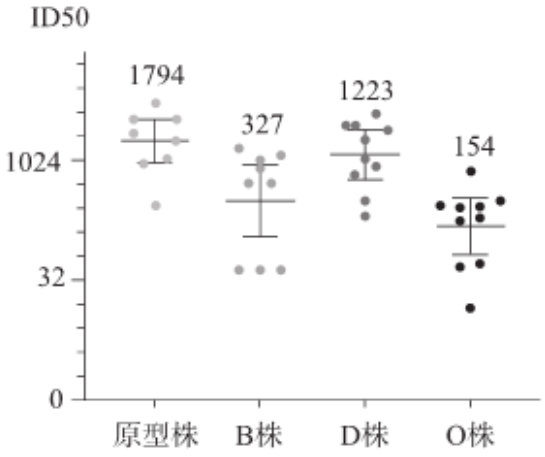
（3）进一步检测 KO 小鼠软骨细胞，发现参与糖酵解过程的 L 酶表达量增加，使糖酵解过度增强。科研人员提出假设“该现象是在缺氧条件下发生，且是在缺氧条件下通过 Hiflα 蛋白含量变化影响的”，为证明该假设，科研人员利用小鼠软骨细胞进行了实验，实验处理及结果如图 2。请在图中横线位置填上相应的内容，完善该实验方案。实验结果证明假设成立，其中 3 组的 L 酶表达量_____。

（4）综合上述信息，请阐述 HK 基因缺失导致小鼠四肢、脊柱明显畸形的机制_____。

19. 接种疫苗是控制新冠病毒（SARS-CoV-2）引起的疫情的有效手段。我国科学家展开大量的相关研究。

（1）SARS-CoV-2 主要侵染呼吸道上皮细胞，SARS-CoV-2 刺突蛋白（S 蛋白）作为_____，能够刺激机体通过_____免疫过程产生抗体。S 蛋白是制备新型冠状病毒疫苗的重要靶标。

（2）随着 SARS-CoV-2 原型株在人群中的传播，变异毒株如 Beta 株（B 株）、Delta 株（D 株）和 Omicron 株（O 株）陆续出现。研究人员对以灭活原型株为主要成分的疫苗能否预防变异毒株进行研究，结果如图 1。可知接种此种疫苗对变异毒株的免疫预防效果均减弱，推测其原因是_____。



注：ID50 表示接种疫苗后的免疫血清能够抑制 50%病毒感染宿主细胞时所稀释的倍数。

图 1

（3）RBD 是 S 蛋白与受体结合的区域，目前进入临床实验的 SARS-CoV-2 有效抗体都能够识别和结合 RBD，从而阻断病毒侵染。为获得可同时预防不同毒株的疫苗，研究人员从不同毒株中获得 RBD 基因，通过基因工程获得 3 种“嵌合”RBD 二聚体蛋白，制成甲（原型株 RBD-原型株 RBD 二聚体）、乙（原型株 RBD-B 株 RBD 二聚体）、丙（D 株 RBD-O 株 RBD 二聚体）3 种“嵌合”RBD 二聚体疫苗。

①3 种二聚体蛋白的结构与 SARS-CoV-2 天然 RBD 蛋白越接近，作为疫苗的免疫效果就越好。下列可以实现对 3 种二聚体蛋白结构与功能进行比较的指标有_____。

A．检测“嵌合”RBD 二聚体蛋白与呼吸道上皮细胞表面的受体结合的能力

B．检测“嵌合”RBD 二聚体蛋白与 SARS-CoV-2 原型株和多种变异株的结合能力

C．检测“嵌合”RBD 二聚体蛋白与多种 SARS-CoV-2 有效抗体　结合能力

D．通过电子显微镜解析“嵌合”RBD 二聚体蛋白的结构并与天然 RBD 蛋白结构做比较

②利用上述甲、乙、丙疫苗进行小鼠免疫，取小鼠接种疫苗 2 次后第 35 天的血清，通过病毒中和实验来评估 3 种疫苗的免疫效果。

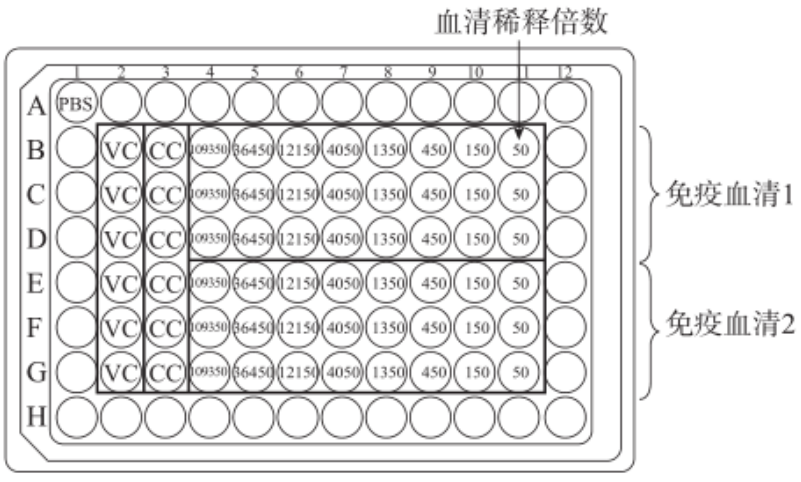


图 2

图 2 所示为进行病毒中和实验使用的 96 孔板，其中所有的 VC 孔中均加入 150μL 细胞培养液、50pL 宿主细胞悬液、50μL 病毒液。所有的 CC 孔中均加入 200μL 细胞培养液和 50μL 宿主细胞悬液。中间 48 个实验孔中均先加入 100μL 细胞培养液、50μL_____和 50μL 病毒液，混匀培养 1 小时后，再加入

50μL_____。一段时间后检测每孔细胞中的病毒相对值。其中 VC 孔和 CC 孔的作用分别是_____。经数据分析，得出每种免疫血清的 ID50。

③不同小鼠免疫血清对不同毒株的 SARS-CoV-2 的病毒中和实验结果如图 3 所示。

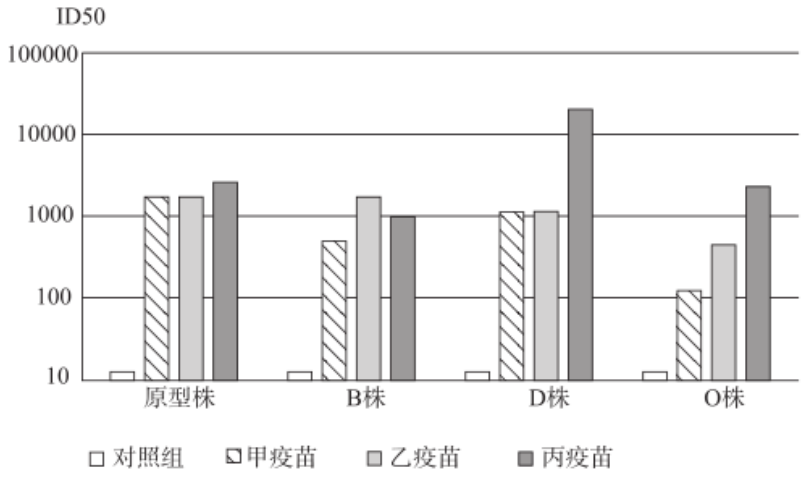


图 3

为获得可同时预防不同毒株的疫苗，根据实验结果，在后续的临床实验中研究人员选用乙和丙疫苗联合免疫，理由是_____。

20. 氮是植物生长发育不可缺少　元素之一，提高植物对氮元素的利用效率有利于农业的可持续发展和环境保护。

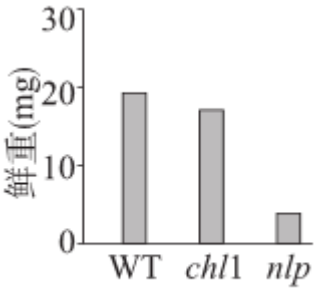
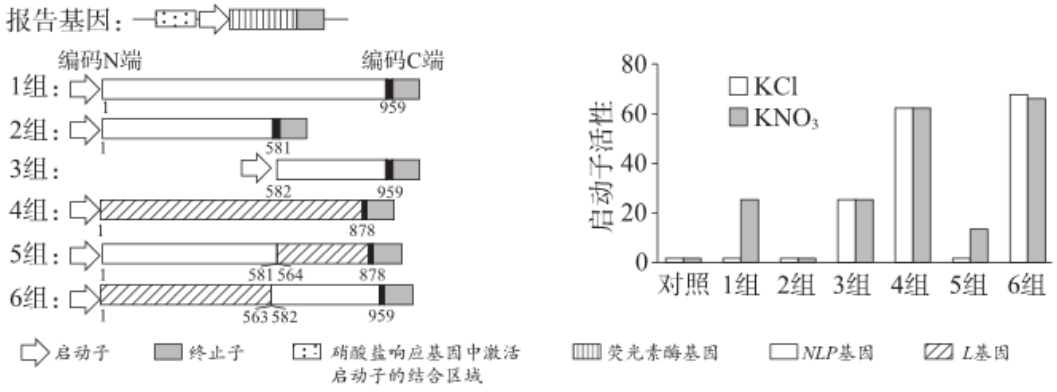


图 1

（1）植物从土壤中吸收硝酸盐可用于在细胞中生成_____等含氮的生物大分子。不同浓度的硝酸盐能够诱导相关基因表达，从而调控自身代谢和生长，可知硝酸盐也是调节植物生命活动的_____。

（2）CHL1 是植物细胞膜上的硝酸盐转运蛋白，NLP 是硝酸盐受体，NLP 发生磷酸化后会与硝酸盐响应基因的启动子结合激活转录。研究人员将上述两种蛋白功能缺失突变体 chl1 和 nlp 与野生型（WT）拟南芥种子分别栽种在含硝酸盐的培养基中，检测幼苗生长情况，结果如图 1。实验结果显示_____，推测 NLP 发挥更主要的作用。

（3）为检验 NLP 的 N 端与 C 端区域的功能，进行了蛋白质截断实验。实验方案及结果如图 2 所示，利用报告基因分别与 6 组不同类型的目的基因制备转基因拟南芥，分别置于含 KCl 或 KNO_3 的培养基中培养。



注：N端代表蛋白质氨基端，C端代表蛋白质羧基端，数字代表碱基序列位点。
L蛋白功能与NLP相似，N端结构与NLP差异较大。

图 2

根据实验结果可以得出的结论是_____。

（4）研究者推测硝酸盐结合 NLP 后会引起空间结构改变，使 N 端与 C 端相互结合后发挥功能。为直观了解硝酸盐对 NLP 的作用，将黄色荧光蛋白基因 m 分为两部分，分别连接到_____，利用改造的基因制备转基因拟南芥，分别置于含 KCl 或 KNO_3 的培养基中培养，实验在 5 分钟即可观察到_____，证实推测成立。

（5）已有研究显示，当环境中存在硝酸盐时野生型拟南芥细胞内 Ca^{2+} 浓度会迅速提高，而突变体 chl1 无此现象，当用钙离子通道阻滞剂处理细胞后，响应硝酸盐的基因表达被显著抑制，去除细胞中的 Ca^{2+}，磷酸化的 NLP 含量下降。综合上述实验结果，在图 3 中用箭头表示出植物感受硝酸盐后的信号作用途径_____。

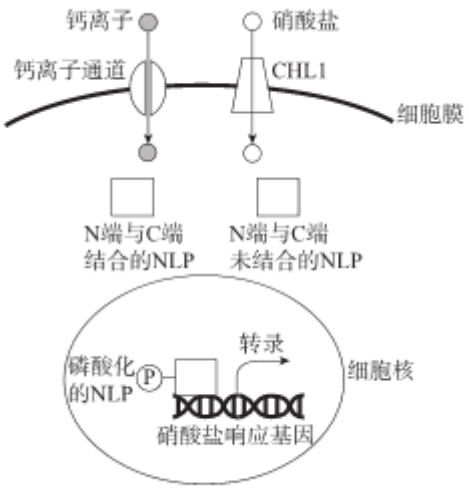


图 3

21. 玉米是雌雄同株作物，通常进行异花授粉。自然界存在一类玉米（如 L 品系），自交能正常结实，也能为其他品系玉米（如 W 品系）授粉结实，却不能接受其他品系玉米授粉结实，这种现象称为单向杂交不亲和。

（1）科研人员用双因子模型解释这一现象：“抑制”因子，即某些品系玉米会抑制落在雌蕊柱头上花粉的花粉管生长；“恢复”因子，即某些品系玉米能够解除“抑制”因子的作用，使花粉管恢复生长。W 品系不具备上述两种因子，而 L 品系具备两种因子。由此分析，L 品系玉米不能接受 W 品系花粉的原因是

W品系中不含_____因子，无法解除L品系对W品系花粉管生长的抑制作用。

（2）为解释“抑制”因子的遗传机制，研究人员将L品系与W品系进行杂交得到F_1，杂交时L品系作为_____（选填“父本”或“母本”）。利用F_1进行如下杂交实验。

实验一：取W品系的花粉给F_1授粉，F_1可结实，所结种子为BCF_1；

实验二：取L品系　花粉给F_1授粉，F_1结实，所结种子长成玉米后接受W品系玉米的花粉，结实正常（株）：无法结实（株）≈1：1。

实验三：BCF_1自交所结种子为BCF_2；长成玉米后，BCF_2中的每株玉米接受W品系玉米的花粉，统计母本的结实情况。

①由实验一推测，“抑制”因子由隐性基因控制，理由是_____。

②实验二表明“抑制”因子受_____对基因控制

③实验三的实验结果为_____。

（3）研究人员利用F_1继续进行一系列杂交实验，发现“恢复”性状受一对基因控制（用D、d表示），“恢复”因子受显性基因控制。推测此基因只在配子中发挥作用，为证实该推测，请按顺序选出合理的杂交实验方案：_____。若推测成立，则BCF_1的基因型为_____。

a．F_1（♂）×L（♀）→BCF_1

b．F_1（♀）×W（♂）→BCF_1

c．$BCFl_1 \xrightarrow{\otimes} BCF_2$

d．BCF_2中每株玉米（♂）分别与L品系玉米（♀）杂交，统计母本的结实情况。

e．BCF_2中每株玉米（♀）分别与W品系玉米（♂）杂交，统计母本的结实情况。

参考答案

1. 【答案】D

【解析】

【分析】白质的基本组成单位是氨基酸；核酸的基本组成单位是核苷酸。

【详解】A、蛋白质和核酸都是生物大分子，两者都以碳链为骨架，A 正确；

B、蛋白质和核酸都具有结构多样性，其中蛋白质的结构多样性与氨基酸的种类、数目、排列顺序等有关，而核酸的结构多样性与核苷酸的排列顺序等有关，B 正确；

C、蛋白质是由单体氨基酸经脱水缩合而成，而核酸是由核苷酸经脱水缩合而成，两者都是多聚体，C 正确；

D、遗传信息的携带者是核酸而非蛋白质，D 错误。

故选 D。

2. 【答案】B

【解析】

【分析】蓝细菌属于原核生物，酵母菌属于真核生物，据此分析作答。

【详解】A、蓝细菌属于原核生物，不具有核膜，A 错误；

B、蓝细菌和酵母菌都是细胞生物，两者都具有细胞膜，B 正确；

CD、蓝细菌属于原核生物，细胞内只有核糖体一种细胞器，不具有叶绿体和内质网，CD 错误。

故选 B。

3. 【答案】C

【解析】

【分析】分析图示可知，在图示 8-18 时内，灰绿型的羊草净光合速率都大于黄绿型羊草。

【详解】A、净光合速率大于 0，植物会积累有机物，图示中 8~18 时两种羊草的净光合速率都大于 0，因此两种羊草始终处于有机物的积累状态，A 正确；

B、10～12 时两种羊草净光合速率下降可能是正午温度过高，蒸腾作用过强，导致植物的气孔关闭，影响了 CO_2 的吸收，进而影响了暗反应过程，B 正确；

C、14～16 时两种羊草净光合速率逐渐升高是气孔打开，CO_2 进入增加所致，14～16 时光照强度应逐渐降低，C 错误；

D、叶绿素可吸收并转化光能，因此叶绿素的含量会影响植物的光合速率，灰绿型羊草净光合速率高于黄绿型可能与叶中叶绿素含量不同有关，D 正确。

故选 C。

4. 【答案】B

【解析】

【分析】ATP 水解会释放出能量，为需能反应提供能量。ATP 合成需要能量，放能反应为其提供能量。

【详解】A、小肠上皮细胞逆浓度梯度吸收 K^+，属于主动运输，需要 ATP 水解提供能量，A 错误；

B、水分子借助水通道蛋白进出细胞属于协助扩散，不需要消耗能量，B 正确；

C、胰岛 B 细胞合成分泌胰岛素的过程属于分泌蛋白运出细胞过程，该过程为胞吐过程，需要 ATP 水解提供能量，C 错误；

D、极性运输的过程属于主动运输，需要 ATP 水解提供能量，D 错误。

故选 B。

5. 【答案】C

【解析】

【分析】设计试管婴儿：是指为确保小孩具有某些长处或者避免某些缺陷，在出生以前就对他（她）的基因构成进行了选择的那一类孩子。植入前遗传诊断是设计婴儿的前提，医生通过体外受精的方法，制造出多个胚胎，然后通过基因筛选，从中挑选出合适的胚胎植入母亲的子宫孕育“宝宝”。

【详解】A、表型正常的夫妇生育了一个患病男孩，可知该致病基因是隐性，检查发现只有妻子携带此遗传病的致病基因，可知该致病基因位于 X 染色体上，A 正确；

B、假设该性状是由 A/a 基因控制，则夫妇基因型是 X^AY、X^AX^a，生育患病孩子 X^aY 的概率是 1/2×1/2=1/4=25%，B 正确；

C、初级卵母细胞产生极体 1 和次级卵母细胞时发生了同源染色体分离，极体 1 不含致病基因，次级卵母细胞含有致病基因，产生的卵细胞含有致病基因，C 错误；

D、采用试管婴儿技术体外受精前精子必须经过获能处理 ，获能的精子才能与成熟的卵母细胞受精，D 正确。

故选 C。

6. 【答案】A

【解析】

【分析】翻译是指以 mRNA 为模板，合成具有一定氨基酸排列顺序　蛋白质的过程。翻译的场所：细胞质的核糖体上。翻译的本质：把 DNA 上的遗传信息通过 mRNA 转化成为蛋白质分子上氨基酸的特定排列顺序。

【详解】A、根据题目信息可知，此种突变发生在编码 tRNA 的 DNA 序列上，且产生了校正 tRNA 分子，并没有改变编码蛋白质氨基酸序列中的遗传密码序列，A 错误；

B、某种突变产生了一种携带甘氨酸但是识别精氨酸遗传密码的 tRNA（突变前的该 tRNA 携带精氨酸），说明 tRNA 分子上的反密码子并不决定其携带的氨基酸种类，该 tRNA 的存在可能使新合成的多肽链中，原来精氨酸的位置被替换为甘氨酸，B 正确；

C、翻译是指以 mRNA 为模板，合成具有一定氨基酸排列顺序的蛋白质的过程。故组成多肽链的氨基酸序列由 mRNA 上的密码子直接决定，C 正确；

D、校正 tRNA 分子的作用是校正发生错误的翻译的过程，故某些突变引发密码子改变，但由于校正 tRNA 分子的存在使得该位置的氨基酸未发生改变，可以弥补某些突变引发的遗传缺陷，D 正确。

故选 A。

7. 【答案】C

【解析】

【分析】人工诱导多倍体的方法很多，如低温处理、用秋水仙素诱发等。其中，用秋水仙素来处理萌发的种子或幼苗，是目前最常用且最有效的方法。当秋水仙素作用于正在分裂的细胞时，能够抑制纺锤体的形成，导致染色体不能移向细胞的两极，从而引起细胞内染色体数目加倍。染色体数目加倍的细胞继续进行有丝分裂，就可能发育成多倍体植株。

【详解】A、低温可以抑制纺锤体的形成，导致细胞不能分裂，而使染色体数目加倍，故骤然低温能够通过抑制纺锤体的形成引起染色体自然加倍，A 正确；

B、黑芥与芸薹培育芥菜的过程中发生了减数分裂、受精作用、低温诱导，减数分裂过程发生基因重组，低温诱导过程发生了染色体数目变异，B 正确；

C、甘蓝型油菜染色体组为 AACC，黑芥染色体组为 BB，若甘蓝型油菜与黑芥杂交，产生的子代体细胞为 ABC，不含同源染色体，C 错误；

D、芥菜 AABB 与甘蓝 CC 杂交，后代体细胞含 3 个染色体组 ABC，减数分裂中无法正常联会，D 正确。

故选 C。

8. 【答案】A

【解析】

【分析】人体的免疫系统具有分辨“自己”和“非己”成分的能力，一般不会对自身成分发生免疫反应。但是，在某些特殊情况下，免疫系统也会对自身成分发生反应。如果自身免疫反应对组织和器官造成损伤并出现了症状，就称为自身免疫病。例如，某种链球菌的表面有一种抗原分子，与心脏瓣膜上一种物质的结构十分相似，当人体感染这种病菌后，免疫系统不仅向病菌发起进攻，而且也向心脏瓣膜发起进攻。结果，在消灭病菌的同时，心脏也受到损伤。这就是风湿性心脏病。常见的自身免疫病还有类风湿关节炎、系统性红斑狼疮等。

详解】A、慢性淋巴细胞性甲状腺炎患者会产生抗体作用于自身甲状腺，自己攻击了自己，属于自身免疫病，A 正确；

B、激素产生后通过弥散作用进入内环境，不需要导管运输，随体液运输，B 错误；

C、甲亢性甲状腺炎患者，体内的甲状腺激素增多，负反馈作用于垂体，导致促甲状腺激素含量降低，C 错误；

D、检测甲状腺激素含量水平只能明确甲状腺激素的含量是否正常，不能诊断是甲亢性甲状腺炎，也可能其他原因引起，D 错误。

故选 A。

9. 【答案】D

【解析】

【分析】据图可知，甲肾上腺素（NE）存在于突触小泡，由突触前膜释放到突触间隙，作用于突触后膜的受体；药物甲抑制去甲肾上腺素的分解；药物乙抑制去甲肾上腺素与 α 受体结合，解除抑制作用；药物丙抑制去甲肾上腺素的回收。

【详解】A、神经递质 NE 与突触后膜的 β 受体特异性结合后，形成 NE-β 受体复合物，可改变突触后膜的离子通透性，引发突触后膜电位变化，A 正确；

B、从图中可以看出，NE 发挥作用后与受体分开，被酶分解或通过突触前膜（通过载体蛋白）回收，避免 NE 持续起作用，B 正确；

C、分析题意可知，当 NE 较多时，NE 作用于突触前膜 α 受体，抑制 NE 继续释放，避免 NE 进一步增多，属于反馈调节，C 正确；

D、药物甲可抑制酶降解 NE，药物乙抑制去甲肾上腺素与 α 受体结合，解除抑制作用，药物丙抑制去甲肾上腺素的回收，三者都导致突触间隙中的 NE 浓度升高，作用效果相同，D 错误。

故选 D。

10. 【答案】C

【解析】

【分析】随着时间的推移，生物群落中一些物种侵入，另一些物种消失，群落组成和环境向一定方向产生有顺序的发展变化，称为演替。

详解】A、草方格能蓄积降水，促进固沙植物生长，有利于保护生态环境，A 正确；

B、微生物可将方格内的干麦草等分解，进而改善方格内的土壤环境，B 正确；

C、该过程在沙漠的治沙过程中建立起绿色屏障，说明人类活动改变了群落演替的速度和方向，C 错误；

D、草方格沙障是用干的麦草、稻草、芦苇等扎成方格形状固定于沙中，并在方格中播撒固沙植物的种子，用来防风固沙、涵养水分的一种治沙方法，该方法可使生物种类增多，增大治理区域的物种丰富度，D 正确。

故选 C。

11. 【答案】A

【解析】

【分析】生态系统中的生物种类越多，营养结构越复杂，生态系统的自我调节能力就越强，抵抗力稳定性就越高；反之，生物种类越少，营养结构越简单，生态系统的自我调节能力就越弱，抵抗力稳定性就越低。

【详解】A、该稻蟹共生稻田生态系统的能量来源有阳光、饵料，粪肥中的化学能，A 错误；

B、稻蟹共作生态系统的营养结构复杂，生态系统的自我调节能力强，从而提高了生态系统的抵抗力稳定性，B 正确；

C、与单作稻田相比，稻蟹共作生态系统中河蟹捕食稻田昆虫和杂草， 杂草密度降低，减少了与水稻的竞争，水稻因而得到更多的光、CO_2 和无机盐用于生长，河蟹捕食稻田昆虫，减少了昆虫对水稻的取食和危害，增加了水稻产量，C 正确；

D、生态工程原理中的循环原理是指在生态工程中促进系统的物质迁移与转化，既保证各个环节的物质迁移顺畅，也保证主要物质或元素的转化率较高，故河蟹取食老叶、河蟹粪便还田均体现了生态工程原理中的循环原理，D 正确。

故选 A。

12. 【答案】C

【解析】

【分析】利用基因工程技术，还可以让哺乳动物批量生产药物。科学家将药用蛋白基因与乳腺中特异表达的基因的启动子等调控元件重组在一起，通过显微注射的方法导入哺乳动物的受精卵中，由这个受精卵发育成的转基因动物在进入泌乳期后，可以通过分泌乳汁来生产所需要的药物，这称为乳腺生物反应器或乳房生物反应器。目前，科学家已经在牛、山羊等动物乳腺生物反应器中，获得了抗凝血酶、血清白蛋白、生长激素和 α-抗胰蛋白酶等重要的医药产品。

【详解】A、可从人细胞中提取 RNA 后利用逆转录 PCR 技术获取目的基因，此时获得的目的基因没有启动子、终止子等，A 正确；

B、动物乳腺生物反应器需要使目的基因在乳腺细胞表达，目的基因的上游需连接在乳腺细胞中特异表达基因的启动子，B 正确；

C、动物受精卵全能性最高，用显微注射技术将表达载体导入受精卵来获得转基因动物，在乳腺细胞表达特定的基因是启动子的作用，并非将目的基因导入乳腺细胞，C 错误；

D、大肠杆菌是原核生物，不具有加工分泌蛋白的内质网和高尔基体，若用大肠杆菌作为受体细胞难以获得活性高的人凝血酶III，D 正确。

故选 C。

13. 【答案】B

【解析】

【分析】植物组织培养就是在无菌和人工控制的条件下，将离体的植物器官、组织、细胞，培养在人工配制的培养基上，给予适宜的培养条件，诱导其产生愈伤组织、丛芽，最终形成完整的植株。

【详解】A、甘蓝和萝卜体细胞经过细胞融合技术形成杂种细胞，杂种细胞再利用植物组织培养技术培育成为杂种植株，A 正确；

B、用秋水仙素处理二倍体西瓜幼苗获得四倍体植株不需要经过植物组织培养技术，B 错误；

C、植物组织培养技术的原理是植物细胞具有全能性，故可利用植物茎尖通过植物组织培养技术得到的脱毒苗，C 正确；

D、将转入抗虫基因的棉花体细胞培育成完整的植株需要采用植物组织培养技术，先经过脱分化形成愈伤组织，愈伤组织再经过增殖和分化形成完整的植株，D 正确。

故选 B。

14. 【答案】C

【解析】

【分析】土壤中存在着大量纤维素分解酶，包括真菌、细菌和放线菌等，它们可以产生纤维素酶。在用纤维素作为唯一碳源的培养基中，纤维素分解菌能够很好地生长，其他微生物则不能生长。

【详解】A、对培养基进行灭菌的方法是高压蒸汽灭菌，A 错误；

B、纤维素的元素组成是 C、H、O，培养基 B 中应加入纤维素作为唯一碳源，不能作为氮源，B 错误；

C、步骤③对培养液进行梯度稀释的目的是 将聚集在一起的微生物分散成单个细胞，步骤④将稀释样液接种得到培养基进行培养，通过③④可实现将聚集的微生物分散成单个细胞，C 正确；

D、根据培养基丙中菌落周围形成的透明圈的大小来判断细菌分解纤维素的能力，透明圈越大，细菌分解

纤维素的能力就越强，D 错误。

故选 C。

15. 【答案】D

【解析】

【分析】1、脂肪可用苏丹III染液鉴定，呈橘黄色。

2、观察细胞有丝分裂实验的步骤：解离（解离液由盐酸和酒精组成，目的是使细胞分散开来）、漂洗（洗去解离液，便于染色）、染色（用碱性染料）、制片（该过程中压片是为了将根尖细胞压成薄层，使之不相互重叠影响观察）和观察（先低倍镜观察，后高倍镜观察）。

【详解】A、脂肪可与苏丹 III 染液反应，产生橘黄色，故用苏丹III染液染色的花生子叶，显微镜下可观察到子叶细胞中有橘黄色颗粒，A 正确；

B、细胞质中的叶绿体会随着细胞质的流动而流动，且叶绿体呈绿色，可作为流动的标志，故置于清水中的黑藻叶片可观察到叶绿体随细胞质的流动而移动，B 正确；

C、活细胞的细胞膜对物质进出细胞具有选择透过性，其细胞膜可以阻止活细胞不需要的台盼蓝染色剂进入，因此活细胞不能被台盼蓝染成蓝色，而当细胞死亡后，细胞膜的选择透过性丧失，台盼蓝染色剂才能进入细胞，则用台盼蓝染液染色的酵母菌，会有部分酵母菌被染成蓝色，C 正确；

D、在观察植物细胞有丝分裂实验中，经解离后，细胞已经死亡，不能观察到染色体在细胞中向两极移动的现象，D 错误。

故选 D。

16. 【答案】（1） ①. 消费者 ②. 捕食

（2）生态位 （3）昆虫成虫的种类和数量

（4） ①. 将 10 只跳甲幼虫转移到未被昆虫成虫取食的乌桕根部的土壤中 ②. 当跳甲成虫数量较少时,取食叶片会诱导乌桕根部淀粉含量增加，营养物质含量增多，同时降低根部单宁的含量,使植物对昆虫防御减弱，从而提高跳甲幼虫的存活率；当跳甲成虫数量较多时,取食叶片会引起根部淀粉含量的减少以及单宁含量的增加，进而使幼虫存活率降低

（5）信息传递

【解析】

【分析】生态位是指一个物种在生物群落中的地位和作用，表征了物种对各种资源（食物、空间等）的利用以及不同物种之间的关系。研究某种动物的生态位，通常要研究它的栖息地、食物、天敌以及与其他物种的关系等。研究某种植物的生态位，通常要研究它在研究区域内的出现频率、种群密度、植株高度等特征，以及它与其他物种的关系等。

【小问 1 详解】

跳甲和卷象是以乌桕为食的昆虫，从生态系统的组成成分划分，两者都属于消费者；跳甲和卷象是以乌桕为食，故二者与乌桕均存在捕食关系。

【小问 2 详解】

生态位是指一个物种在生物群落中的地位和作用，跳甲成虫和卷象成虫以乌桕树叶为食，跳甲幼虫以乌桕

树根为食，这样可以降低由于重叠导致的种内或种间竞争。

【小问 3 详解】

分析题意，本实验的自变量是昆虫成虫的数量和种类，因变量是乌桕根部淀粉和单宁的含量，据图分析可知，昆虫成虫的种类和数量均可引起乌桕根部物质含量发生变化。

【小问 4 详解】

本实验目的是研究乌桕被跳甲或卷象成虫损害后对跳甲幼虫的影响，则实验的自变量是乌桕是否被跳甲或卷象成虫损害，因变量是跳甲幼虫的状况，实验设计应遵循对照与单一变量原则，据此推知，由于实验组是将 10 只跳甲幼虫转移到乌桕根部土壤中，根据单一变量原则可知，对照组的处理是将 10 只跳甲幼虫转移到未被昆虫成虫取食的乌桕根部的土壤中；结合图 2 分析可知，当跳甲成虫数量较少时,取食叶片会诱导乌桕根部淀粉含量增加，营养物质含量增多，同时降低根部单宁的含量，使植物对昆虫防御减弱，从而提高跳甲幼虫的存活率；当跳甲成虫数量较多时,取食叶片会引起根部淀粉含量的减少以及单宁含量的增加，进而使幼虫存活率降低。

【小问 5 详解】

结合题干信息“跳甲幼虫对乌桕根的取食也可诱导叶产生挥发物质，能够吸引跳甲成虫取食，但对卷象成虫有排斥作用”可知，乌桕与跳甲、卷象间关系的调控体现出生态系统的信息传递功能，对维持生态系统的稳定和平衡起重要作用。

17. 【答案】（1） ①. O_2、C_5 ②. 作为还原剂并供能

（2） ①. 导入 A、B 基因对蓝细菌光合作用效率没有显著影响 ②. 丙酮 ③. 三

（3）创建异丙醇合成途径减少了细胞内 NADPH 含量, 使细胞中 ATP 与 NADPH 的比例显著增加；能够有效地利用高强度光, 促进光反应进行；提高蓝细菌对 CO_2 的利用效率, 促进暗反应进行, 提高光合速率

（4）此研究能否应用于高等植物；对蓝细菌自身其他代谢途径是否产生影响

【解析】

【分析】光合作用包括光反应和暗反应两个阶段。光反应发生场所在叶绿体的类囊体薄膜上，色素吸收、传递和转换光能，并将一部分光能用于水的光解生成 NADPH 和氧气，另一部分光能用于合成 ATP，暗反应发生场所是叶绿体基质中，首先发生二氧化碳的固定，即二氧化碳和五碳化合物结合形成两分子的三碳化合物，三碳化合物利用光反应产生的 NADPH 和 ATP 被还原。

【小问 1 详解】

光反应过程中，水光解的产物是 H^+、e^-和 O_2，据图可知，图中①是 O_2；②在暗反应过程中与二氧化碳结合，表示 C_5；③是 C_3 的还原过程，NADPH 在该过程的进一步反应中的作用是作为还原剂并供能。

【小问 2 详解】

分析表格可知，组别一没有导入基因，而组别二导入 A、B 基因，比较两组的结果可知，两组的 NADPH、ATP 和 CO_2 固定速率均差别不大，说明导入 A、B 基因对蓝细菌光合作用效率没有显著影响；分析题意，本实验目的是验证蓝细菌有效提高光合速率是由于额外的 NADPH 消耗直接导致的，则实验的自变量是额外的 NADPH 的有无，结合题意可知，在 C 酶的催化反应中会消耗 NADPH，故研究人员在组别一的蓝细菌中只导入 C 基因，在培养基中添加丙酮（图示过程中 C 酶是催化丙酮生成异丙醇的酶）进行

培养；由于添加了 C 酶，故预期其实验结果与组别三结果相同。

【小问 3 详解】

综合文中信息可知，在蓝细菌中创建异丙醇合成途径能够提高光合速率的原因是：创建异丙醇合成途径减少了细胞内 NADPH 含量，使细胞中 ATP 与 NADPH 的比例显著增加；能够有效地利用高强度光,促进光反应进行；提高蓝细菌对 CO_2 的利用效率，促进暗反应进行，提高光合速率。

【小问 4 详解】

由于本实验是以蓝细菌为材料进行的，故为提高光合作用速率对促进农业增产增收、实现碳中和等的应用，可进一步研究的问题是：此研究能否应用于高等植物；对蓝细菌自身其他代谢途径是否产生影响。

18. 【答案】（1）　①. 增殖、分化　②. 乳酸

（2）与 HiflαmRNA 结合，促进其降解

（3）

实验组别	1	2	3	4	5	6
实验条件	常氧条件		缺氧条件			
实验小鼠	WT	KO	WT	KO	WT	KO
Hif1α活性抑制剂	−	−	−	−	+	+

低于 4 组，高于 5 组、1 组

（4）KO 小鼠中 HK 基因缺失，HK 蛋白合成减少，,HK 蛋白不能与 Hiflα mRNA 结合促进其降解，Hiflα 蛋白积累，使 L 酶表达量增加,糖酵解过度增强,影响骨骼正常发育，造成骨骼畸形

【解析】

【分析】1、 无氧呼吸分为两个阶段：第一阶段：葡萄糖分解成丙酮酸和[H]，并释放少量能量；第二阶段丙酮酸在不同酶的作用下转化成乳酸或酒精和二氧化碳，不释放能量。整个过程都发生在细胞质基质。

2、基因表达包括转录和翻译两个过程，其中转录是以 DNA 的一条链为模板合成 RNA 的过程，该过程主要在细胞核中进行，需要 RNA 聚合酶参与；翻译是以 mRNA 为模板合成蛋白质的过程，该过程发生在核糖体上，需要以氨基酸为原料，还需要酶、能量和 tRNA。

【小问 1 详解】

胚胎骨骼发育过程中生长板软骨细胞会经历细胞增殖（使细胞数目增多）、分化（使细胞种类增多）和凋亡等过程，最终发育成骨骼；动物细胞无氧呼吸第一阶段产生的丙酮酸会在第二阶段转化为乳酸。

【小问 2 详解】

据图 1 分析可知，与 WT 组（野生型小鼠）相比，KO 小鼠（HK 基因敲除小鼠（KO））的 Hif1α mRNA 的半衰期增长，说明 HK 蛋白可通过与 Hiflα mRNA 结合，促进其降解。

【小问 3 详解】

分析题意，KO 小鼠的软骨细胞中糖酵解过程的 L 酶表达量增加，使糖酵解过度增强，实验目的是验证“该现象是在缺氧条件下发生，且是在缺氧条件下通过 Hiflα 蛋白含量变化影响的”，则实验的自变量是氧气的有无及小鼠类型、Hif1α 活性情况，因变量是 L 酶表达量，实验设计应遵循对照与单一变量原则，故可设

计实验如图所示：实验处理

实验组别	1	2	3	4	5	6
实验条件	常氧条件		缺氧条件			
实验小鼠	WT	KO	WT	KO	WT	KO
Hif1α活性抑制剂	-	-	-	-	+	+

；若假设成立，由于第 3 组是在缺氧条件下处理的 WT 小鼠，且 Hif1α 活性正常，则 L 酶表达量应低于 4 组（与 3 组的差异在于小鼠的类型），高于 5 组（与 3 组的差别在于 Hif1α 无活性）、1 组（与 3 组的差别在于氧气的有无）。

【小问 4 详解】

综合上述信息，阐述 HK 基因缺失导致小鼠四肢、脊柱明显畸形的机制为：KO 小鼠中 HK 基因缺失，HK 蛋白合成减少，,HK 蛋白不能与 Hiflα mRNA 结合促进其降解，Hiflα 蛋白积累，使 L 酶表达量增加,糖酵解过度增强,影响骨骼正常发育，造成骨骼畸形。

19. 【答案】（1） ①. 抗原 ②. 体液

（2）接种的疫苗为针对 SARS-CoV-2 原型株的疫苗，刺激机体产生针对 SARS-CoV-2 原型株的记忆细胞，变异毒株表面抗原部分发生变化，抗原抗体结合具有专一性，因此免疫预防效果减弱；

（3） ①. ACD ②. 宿主细胞悬液 ③. 小鼠接种疫苗 2 次后第 35 天的血清 ④. 作为对照组，排除无关变量对实验结果的影响 ⑤. 根据实验结果分析可以看出，乙和丙疫苗对不同毒株的免疫效果强于甲疫苗。

【解析】

【分析】新冠病毒是一种 RNA 病毒，遗传物质为 RNA，主要包括四种结构蛋白:表面的刺突蛋白、膜蛋白、包膜蛋白和里面的核衣壳蛋白。在这些结构蛋白中，N 蛋白在不同病毒株系中高度保守，且具有良好的免疫原性，为病毒侵染细胞后表达量最高的结构蛋白，是良好的检测生物标志物。

【小问 1 详解】

SARS-CoV-2 主要侵染呼吸道上皮细胞，SARS-CoV-2 刺突蛋白（S 蛋白）作为抗原，能够刺激机体通过体液免疫过程产生抗体。

【小问 2 详解】

随着 SARS-CoV-2 原型株在人群中的传播，变异毒株如 Beta 株（B 株）、Delta 株（D 株）和 Omicron 株（O 株）陆续出现。由于接种的疫苗为针对 SARS-CoV-2 原型株的疫苗，刺激机体产生针对 SARS-CoV-2 原型株的记忆细胞，变异毒株表面抗原部分发生变化，抗原抗体结合具有专一性，因此接种原有疫苗对变异毒株的免疫预防效果均减弱。

【小问 3 详解】

①

A、题干要求找出可以实现对 3 种二聚体蛋白结构与功能进行比较的指标，由信息可知，RBD 是 S 蛋白与受体结合的区域，受体具有专一性，因此 A 选项检测“嵌合”RBD 二聚体蛋白与呼吸道上皮细胞表面的受体结合的能力可行，A 正确；

B、检测“嵌合”RBD 二聚体蛋白与 SARS-CoV-2 原型株和多种变异株并不识别结合，B 错误；

C、抗原抗体结合具有专一性，因此检测“嵌合”RBD 二聚体蛋白与多种 SARS-CoV-2 有效抗体的结合能力可行，C 正确；

D、直接通过观察比较，通过电子显微镜解析“嵌合”RBD 二聚体蛋白的结构并与天然 RBD 蛋白结构做比较可行，D 正确；

故选 ACD。

②为保证无关变量一致，中间 48 个实验孔中均先加入 100μL 细胞培养液、50μL 宿主细胞悬液和 50μL 病毒液，混匀培养 1 小时后，再加入 50μL 小鼠接种疫苗 2 次后第 35 天的血清；

③根据题图，可以看出甲疫苗对几种病毒效果不如乙和病疫苗，因此选用乙和丙疫苗联合免疫。

20. 【答案】（1） ①. 蛋白质、DNA ②. 信息分子

（2）和 WT 相比，nlp 的鲜重降低更多

（3）NLP 的 C 端激活启动子转录，N 端识别硝酸盐

（4） ①. NLP 基因的 N 端和 C 端

②. 含 KNO_3 的培养基中可观察到黄色荧光，而含 KCl 的培养基中不能观察到黄色荧光

（5）硝酸盐→CHL1→N 端与 C 端结合的 NLP→硝酸盐响应基因表达→钙离子通达打开→钙离子内流

【解析】

【分析】基因工程是指按照人们的愿望，进行严格的设计，并通过体外 DNA 重组和转基因等技术，赋予生物以新的遗传特性，从而创造出更符合人们需要的新的生物类型的生物产品。由于基因工程是在 DNA 分子水平上进行设计和施工的，因此又叫做 DNA 重组技术。基因工程的基本工具包括限制性核酸内切酶、DNA 连接酶以及运载体等；基因工程的步骤包括目的基因的获取（从基因文库中获取目的基因、利用 PCR 技术扩增目的基因以及化学方法人工合成）、基因表达载体的构建、将目的基因导入受体细胞和目的基因的检测与鉴定。

【小问 1 详解】

硝酸盐含有 N 元素，进入细胞后，可以参与合成蛋白质、核酸等含氮的生物大分子。硝酸盐能调节植物生命活动，是一种信息分子。

【小问 2 详解】

据图 1，和 WT 相比，chl1 鲜重降低量较少，而 nlp 鲜重减少量较大，可知 NLP 发挥更主要的作用。

【小问 3 详解】

实验目的的检验 NLP 的 N 端和 C 端功能，蛋白质截断实验如图，1 组是完整的 NLP，2 组是保留 N 端的 NLP，3 组是保留 C 端的 NLP，4 组是被 L 基因替换，5 组是 C 端被 L 基因替换一部分，6 组是 N 端被 L 基因替换一部分，根据实验结果，1 组在 KNO_3 中启动子活性较高，2 组中活性较低，而 3、4、6 组在 KCl、KNO_3 中活性都较高，不能识别硝酸盐。则 NLP 的 C 端激活启动子转录，N 端识别硝酸盐。

【小问 4 详解】

为了直观了解硝酸盐对 NLP 的作用，可将黄色荧光蛋白基因 m 分为两部分，分别连接到 NLP 基因的 N 端

和 C 端，在 KNO_3 的培养基中，N 端和 C 端相互结合，荧光蛋白相互结合后显示出黄色荧光，而在 KCl 溶液中不出现该现象。

【小问 5 详解】

据图，硝酸盐和 CHL1 结合，运输进细胞内，和 NLP 结合，NLP 发生磷酸化后会与硝酸盐响应基因的启动子结合激活转录，钙离子通达打开，钙离子内流，使细胞内 Ca^{2+}浓度迅速升高。

【点睛】通过对硝酸盐受体研究，考查基因工程的应用、对细胞图的识别分析能力。

21. 【答案】（1）恢复　　（2）　　①. 父本　　②. F_1 由 L 品系和 W 品系杂交获得，是杂合子，F_1(♀)与 W(♂)杂交，F_1 可结实，说明不抑制花粉管生长为显性性状，即控制“抑制”因子的基因为隐性基因　　③. 一##1

④. 结实正常(株）:无法结实(株)=7： 1

（3）　　①. acd　　②. DD

【解析】

【分析】分析题意可知，L 品系能自交，也能为其它品系授粉，但不能接受其它品系的花粉，据此分析作答。

【小问 1 详解】

分析题意，“抑制”因子是某些品系玉米会抑制落在雌蕊柱头上花粉的花粉管生长；“恢复”因子是某些品系玉米能够解除“抑制”因子的作用，W 品系不具备上述两种因子，而 L 品系具备两种因子，L 品系玉米能够自交，也能够为 W 品系花粉提供花粉，但却不能接受 W 品系花粉，原因是 W 品系中不含恢复因子，无法解除 L 品系对 W 品系花粉管生长的抑制作用。

【小问 2 详解】

由于 L 品系玉米能够自交，也能够为 W 品系花粉提供花粉，但却不能接受 W 品系花粉，说明 L 品系只能提供花粉，即只能在杂交过程中做父本。

①分析题意，F_1 由 L 品系和 W 品系杂交获得，是杂合子，F_1(♀)与 W(♂)杂交，F_1 可结实，说明不抑制花粉管生长为显性性状，即控制“抑制"因子的基因为隐性基因。

②BCF_1 表现为可以结实，取 L 品系的花粉给 F_1 授粉，所结种子长成玉米后接受 W 品系玉米的花粉，子代中表现为结实正常（株）：无法结实（株）≈1：1，是一对相对性状的测交结果，说明“抑制”因子受一对基因控制。

③设相关基因是 A、a，则 BCF_1 的基因型是 Aa，其自交中 AA：Aa：aa=1：2：1，长成玉米后，BCF_2 中的每株玉米接受 W 品系玉米的花粉，相当于自交，则子代中 A-：aa=7：1，即结实正常(株) :无法结实(株)=7： 1。

【小问 3 详解】

分析题意，“恢复”性状受一对基因控制（用 D、d 表示），“恢复”因子受显性基因控制，实验目的是验证 D 基因只在配子中发挥作用，则为验证该假说，结合（2）实验步骤可知，可让 F1 做父本与 L 杂交，得 BCF_1，即 a：F_1（♂）×L（♀）→BCF_1, 再让 BCF_1 自交得 BCF_2, 最后 BCF2 中每株玉米（♂）分别与 L 品系玉米（♀）杂交，统计母本的结实情况，即步骤为 acd；若推测成立，则 BCF_1 应为纯合子，基因型为

DD。