2024 北京顺义高三一模生物

（第二次统练）

考生须知：

1.本试卷共 10 页，共两部分。第一部分，共 15 题，共 30 分；第二部分，共 6 题，共 70 分，满分 100 分。考试时间 90 分钟。

2. 在答题卡上准确填写学校、姓名、班级和教育 ID 号。

3. 试题答案一律填涂或书写在答题卡上，在试卷上作答无效。

4.在答题卡上，选择题用 2B 铅笔作答，其他试题用黑色字迹签字笔作答。

第一部分（选择题共 30 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. 洗面奶、沐浴露、纺织品中的微塑料（聚乙烯、聚酯等）会随生活污水排入土壤，对土壤微生物造成影响，如破坏蛋白质和磷脂的结构，干扰 DNA 和蛋白质合成，促进 H_2O_2 等活性氧的产生。下列有关微塑料对细胞的影响错误的是（　　）

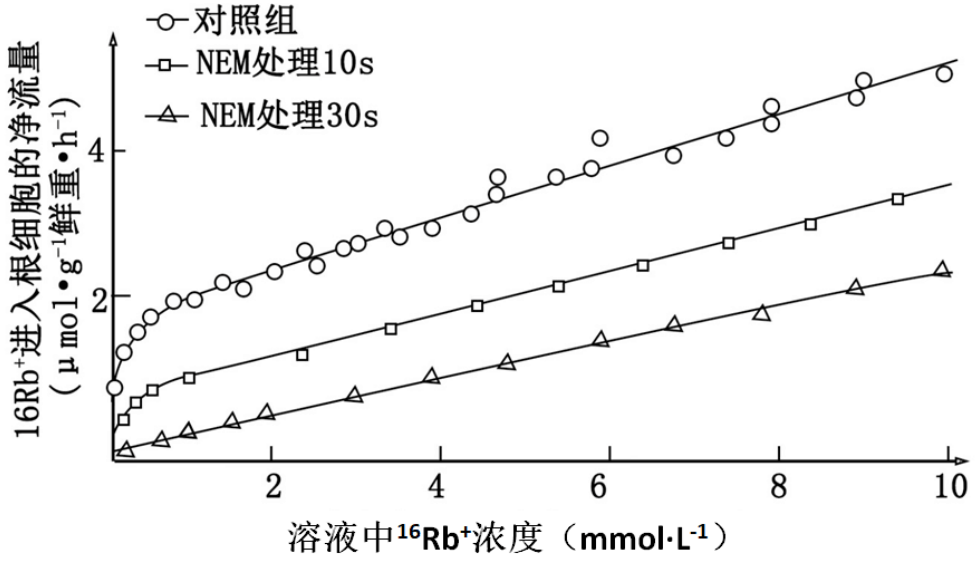
A. 会改变细胞中元素的种类

B. 会改变细胞膜的通透性

C. 会改变某些酶的催化效率

D. 会影响某些基因的表达

2. 研究人员利用 K^+的放射性类似物铷（$^{16}Rb^+$）替换 K^+，研究 K^+的吸收与转运。选取高盐环境中生长的玉米根，在 NEM（可选择性抑制参与 K^+主动运输的转运蛋白）溶液中分别处理 10s 和 30s，然后洗去未反应的 NEM，最后浸入到 $^{16}Rb^+$溶液中，检测 $^{16}Rb^+$进入根细胞的净流量，实验结果如图。依据实验结果分析，下列叙述不合理的是（　　）



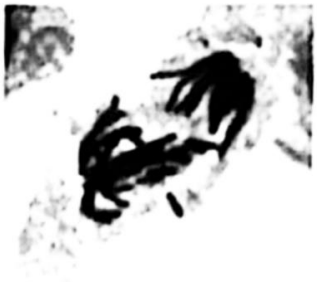
A. K^+可通过主动运输进入玉米根细胞

B. K^+可通过协助扩散进入玉米根细胞

C. 根细胞膜上只存在一种 K^+转运蛋白

D. 处理 10s 运输 K^+离子的蛋白没被完全抑制

3. 为探究高盐胁迫对油菜根细胞分裂的影响，科研人员以高浓度盐溶液处理的油菜根为材料，制作根尖临时装片并进行显微观察，结果如图。下列相关叙述错误的是（　　）



A. 制作装片时需使用盐酸和酒精

B. 如图所示细胞位于根尖分生区

C. 如图所示细胞出现染色体结构变异

D. 如图所示细胞处于有丝分裂末期

4. 科研工作者在果蝇眼中发现一种蛋白 E，将 E 基因导入即将发育为腿的幼虫细胞中，诱导此处产生了构成眼的不同类型的细胞群，最终在腿的中部形成了眼。据此推测正确的是（　　）

A. 发育为腿的幼虫细胞因缺少 E 基因而不能发育为眼

B. 构成果蝇眼的不同类型的细胞中所含蛋白质完全相同

C. 蛋白 E 启动了不同类型细胞群中特异基因的表达

D. 蛋白 E 激活相同基因使发育为腿的细胞转化为眼的不同类型细胞

5. 大肠杆菌是现代生物学研究中的模式生物.环境适宜时约 20min 繁殖一代。研究人员将 ^{15}N 标记的大肠杆菌转移到含有 $^{14}NH_4Cl$ 的培养基中，40min 后收集大肠杆菌，提取其 DNA。下列有关叙述正确的是（　　）

A. 所有 DNA 都含有 ^{15}N

B. 所有 DNA 单链都含有 ^{14}N

C. 含 ^{15}N 的 DNA 占 50%

D. 含 ^{15}N 的 DNA 占 25%

6. 先天性聋哑人和听觉正常人结婚，子女听觉一般都正常。一对先天性聋哑夫妇生的 5 个孩子听觉均正常，最合理的解释是（　　）

A. 先天性聋哑为显性性状

B. 发生了小概率事件

C. 先天性聋哑为多种基因同时突变所致

D. 该夫妇携带的聋哑基因为非等位基因

7. 雄性长尾寡妇鸟长着极长的尾羽，科研人员将其尾羽剪短，把剪下的部分粘到其他雄性个体的尾羽上，

使之超出自然长度。结果发现，在人工加长尾羽雄鸟的领地中新巢数目最多，依据实验结果分析，下列叙述正确的是（　　）

A. 人工加长尾羽雄鸟的子代多为加长尾羽

B. 雄性长尾寡妇鸟的尾羽长度与其繁殖成功率无关

C. 交配成功率差异造成繁殖成功率的不同

D. 环境稳定条件下控制长尾羽的基因频率将不断增加

8. 下述实验操作需在无菌环境条件下进行的是（　　）

A. 将外植体接种到培养基上

B. 从新鲜洋葱中粗提取 DNA

C. 对平板中分解尿素细菌计数

D. 用 PCR 仪对 DNA 片段进行扩增

9. 某啮齿类动物种群数量暴增后又急剧下降。死亡个体未检出病原体，但出现血糖低、肾上腺肥大和淋巴组织退化等生理变化。科研人员将小鼠分别以每笼 1、4、8、17 只进行饲养，在每笼 17 只组检测到与上述现象相符的结果。下列推测不合理的是（　　）

A. 种群数量的反馈调节与神经和内分泌系统有关

B. 生活环境造成的压力和紧张不会降低动物个体的免疫力

C. 种内竞争压力对神经系统的刺激导致肾上腺素浓度增加

D. 种内竞争压力导致神经系统作用于胰岛使血糖浓度降低

10. 破伤风外毒素是破伤风杆菌产生的一种强毒性蛋白，经脱毒处理可制成类毒素。给甲鼠注射外毒素，甲鼠死亡；给乙鼠注射外毒素和免疫血清，乙鼠存活；先给丙鼠注射类毒素，2 周后注射外毒素，丙鼠存活。下列相关叙述正确的是（　　）

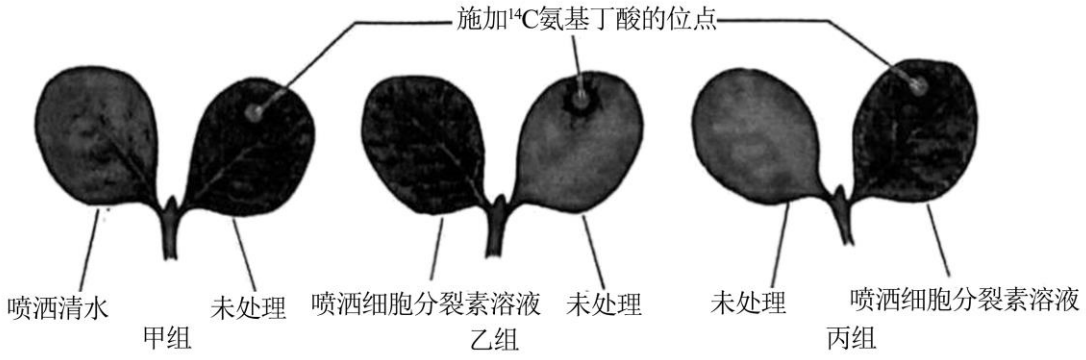
A. 给乙鼠注射的免疫血清属于疫苗

B. 外毒素诱发特异性免疫应答是乙鼠存活的主要原因

C. 类毒素刺激丙鼠通过体液免疫产生了外毒素的抗体

D. 乙鼠获得的免疫记忆能力比丙鼠保持的时间更长

11. 细胞分裂素不仅参与调控细胞增殖，还参与植物体多种生理代谢和发育过程。下图示细胞分裂素功能的相关实验研究。依据实验结果可得出的结论是（　　）



注：黑点表示放射性氨基丁酸的分布

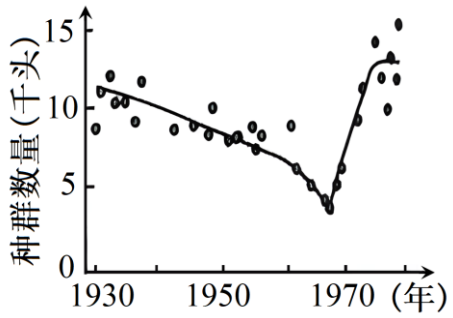
A. 在植物体内细胞分裂素可促进细胞分裂

B. 细胞分裂素可促进细胞吸收氨基酸

C. 甲组与丙组对照说明细胞分裂素可诱导营养物质运输

D. 细胞分裂素可调节植物体内营养物质的再分配

12. 人工择猎导致黄石公园中马鹿的数量从 15000 头下降到 4000 头。1968 年开始停猎，马鹿的数量呈现如图所示变化。依据统计结果分析，下列相关叙述正确的是（　　）



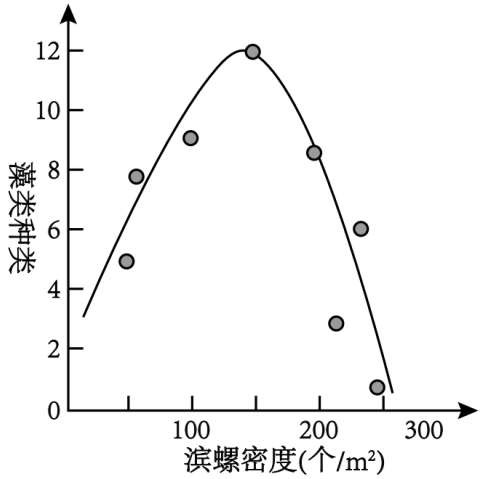
A. 1980 年马鹿的种群数量达到 K 值

B. 马鹿种群数量的增加是出生率大于死亡率的结果

C. 1968 年以后马鹿种群数量的增长速度将持续加快

D. 1968 年以后影响马鹿种群数量变化的是非生物因素

13. 滨螺是潮间带常见的软体动物，以多种藻类为食，尤其喜食浒苔。科研人员对潮间带中滨螺的种群密度与藻类种类的关系进行了相关研究，实验结果如图。下列推测不合理的是（　　）



A. 滨螺位于第二营养级

B. 藻类种类下降是滨螺过度捕食的结果

C. 藻类多样性的增加与滨螺捕食无关

D. 浒苔可能是潮间带的优势种

14. 克隆猴“中中”和“华华”的产生涉及到（　　）

A. 转基因技术　　B. 体细胞核移植技术

C. 体外受精技术　　D. 动物细胞融合技术

15. ChatGPT 是目前人工智能技术驱动的自然语言处理工具。在学习和理解人类语言的基础上，ChatGPT

可与人类聊天交流，回答各领域专业知识，完成撰写论文等任务。下列关于人脑与 ChatGPT 的叙述错误的是（　　）

A. ChatGPT 在处理复杂、不确定任务上远不如人脑

B. ChatGPT 不能产生情感、情绪和主观意识

C. 人脑能够基于经验和多种环境刺激不断学习和适应

D. 二者均通过电信号和化学信号的传递来构建认知功能

第二部分（非选择题共 70 分）

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 星形胶质细胞中的 T 蛋白与动物学习记忆能力有关。科研人员对 T 蛋白的作用机理进行了系列研究。

（1）星形胶质细胞的___末梢与神经元胞体或树突相接近形成___，其形态、功能和数量会影响学习记忆能力。

（2）科研人员获得星形胶质细胞中敲除 T 基因的小鼠 X，进行两组实验。实验一：在水槽中放置一平台，对小鼠进行 5 天平台实验，测定野生型和小鼠 X 到达平台所用时间，结果如图 1。实验二：将野生型和小鼠 X 置于暗箱中，记录运动轨迹（运动轨迹可反映小鼠运动能力），结果如图 2。

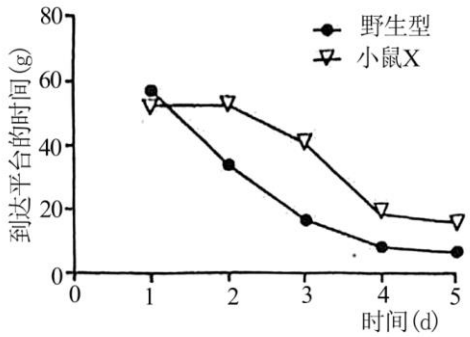


图1

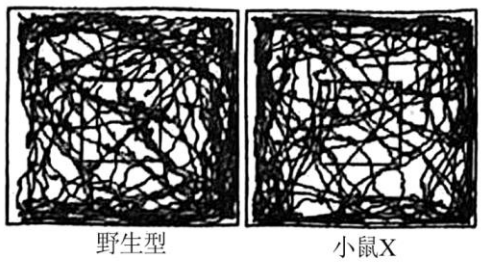


图2

①图 1 显示，与野生型相比，小鼠 X 到达平台的时间更长。请提出两种合理的假设解释实验结果。

假设一：___。

假设二：___。

②图 2 实验结果排除了假设___。

（3）科学家显微拍摄野生型和小鼠 X 的神经细胞，发现小鼠 X 诲马区的突触数量显著降低。为研究 T 蛋白缺失导致突触数量降低的原因，还需在细胞水平上进一步观察记录___。

（4）钙波指细胞内的钙在某个区域瞬时性增高，并以很快的速度在细胞内传播。钙波强度可调节星形胶质细胞与神经元间的交流，以及神经细胞的发育。A 蛋白位于星形胶质细胞的细胞膜上，敲除 A 基因，钙波强度减弱。敲除 T 基因的小鼠，A 基因启动子区域维持甲基化修饰。请综合分析，完善 T 蛋白影响学习记忆的机理___（使用文字、箭头和“+、-”表示）。



17. 灵芝是一种真菌（见图 1），生长缓慢，其中的药用成分灵芝酸（A）具有抗癌作用。为提高 A 的产

量，科研人员进行了系列探索。



图 1

（1）传统获得 A 的方式是从灵芝子实体和孢子中直接提取。近年来，利用菌丝体发酵生产 A 被广泛应用，其优势包括___。

A. 缩短生产周期　　B. 提高 A 的产量　　C. 无需提纯处理

（2）科研人员改进了全程振荡培养菌丝的方法，将锥形瓶中振荡培养 2 天的培养液倒入培养皿中静置培养 14 天，检测发现静置培养时 A 的含量显著高于全程振荡培养；进行显微观察，结果如图 2。

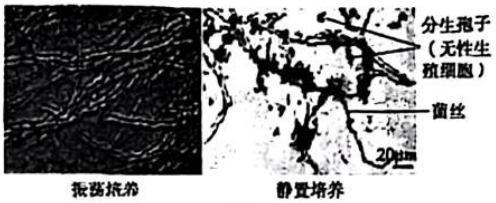


图 2

①振荡培养 2 天后，不在锥形瓶中继续静置培养，而是分装到多个培养皿中静置培养的原因是___。

②结合图 2 结果推测，A 的合成与细胞___密切相关。

（3）在静置培养基中添加（Ca^{2+}能进一步提高 A 产量，为验证 Ca^{2+}通过 C 酶促进 A 的合成。请选择以下材料设计实验补充证据（预期结果用“+”的量代表“A”的量）。

a.C 酶　b.C 酶抑制剂　c.$CaCl_2$ 溶液　d.无菌水

组别	菌种	实验处理	检测指标	预期结果
1 组	野生型菌株	①___	A 含量	②___
2 组		d		++
3 组		③___		④___
4 组		⑤___		⑥___

（4）经进一步研究，科研人员构建 Ca^{2+}促进 A 合成的机制，如图 3。Cr 可入核与 F、S、L 酶基因的启动子结合调控其表达，图 4 显示，在不同培养条件下，检测 A 合成途径中相关酶基因的表达。综合以上研究，评价构建图 3 中调控和代谢途径的证据是否充分___。

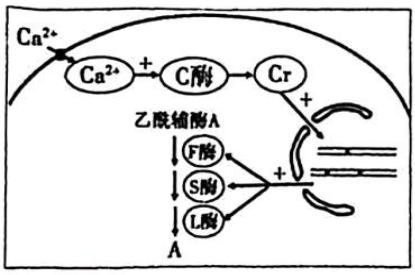


图3

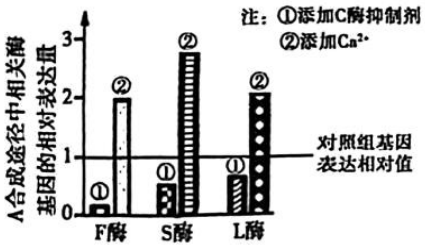


图4

18. 为研究竹子在水华治理中的作用，科研人员进行相关实验。

（1）水华是由于淡水生态系统中 N、P 含量过剩，超出了生态系统___能力，蓝细菌大量繁殖，导致生态系统___功能衰退。

（2）蓝细菌在胁迫状态下代谢紊乱会产生更多的 H_2O_2，H_2O_2 积累会伤害细胞。研究者向培养基中加入不同浓度的竹液（将竹子制成粉末，用无菌水配置），培养单细胞蓝细菌和硅藻，统计种群密度，计算种群增长率，结果如图 1；进一步测定单独培养时蓝细菌胞内 H_2O_2 酶活性，结果如图 2。

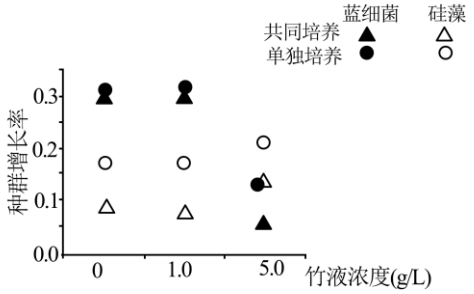


图1

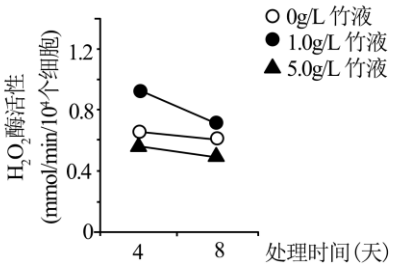


图2

①由图 1 可知，在高浓度竹液条件下，硅藻对蓝细菌的增殖起抑制作用，判断的依据是___。

②图 1 显示单独培养时低浓度竹液对蓝细菌种群增长率无显著影响，高浓度竹液使其降低，据图 2 结果解释原因___。

（3）蓝细菌常集群分布于水系表层，硅藻一般存在于蓝细菌之下的水层，且集群分布的硅藻易迁移。在插入竹签（富含硅）的培养液中共培养蓝细菌群和硅藻细胞，检测硅藻细胞的分布如图 3，蓝细菌群的生存状态如图 4。

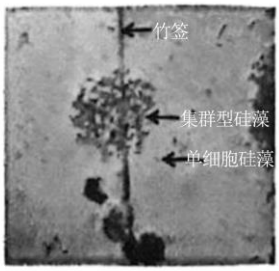


图3

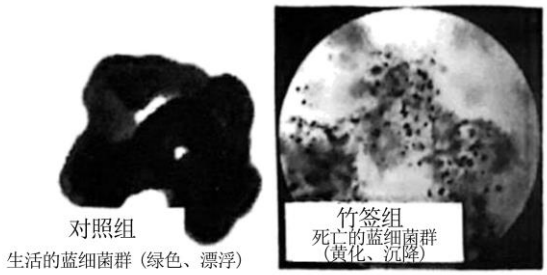


图4

综合上述系列实验，推测竹子在治理水华中的多重作用：___。

19. 人在衰老过程中某些性状会发生改变，为寻找衰老的原因，科研人员对染色质开展了相关研究。

（1）由图 1 可知，导致个体衰老的原因包括某些染色质区域___，某些 DNA___。

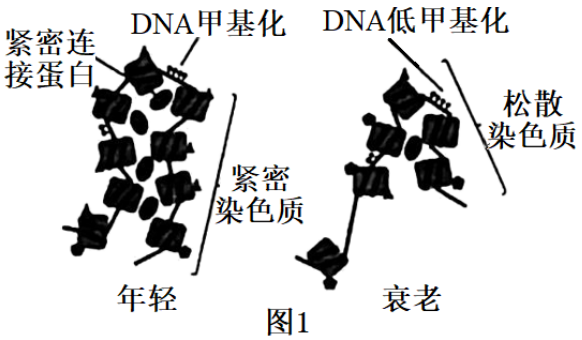


图1

（2）DNA 甲基化会抑制转录并引发更紧密的染色质结构的形成，推测衰老染色质结构松散会___（促进/抑制）基因表达。

（3）科研人员推测：核内 DNA 断裂后的修复会导致表观遗传信息紊乱或丢失，加速细胞衰老。为验证该推测，科研人员基于图 2 原理，利用以下实验材料构建 ICE 模型鼠。

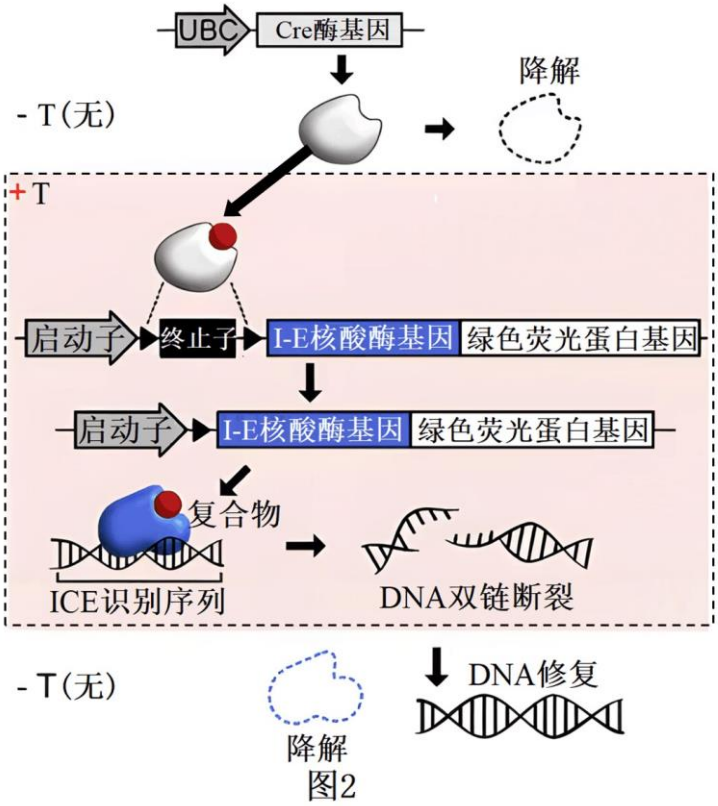


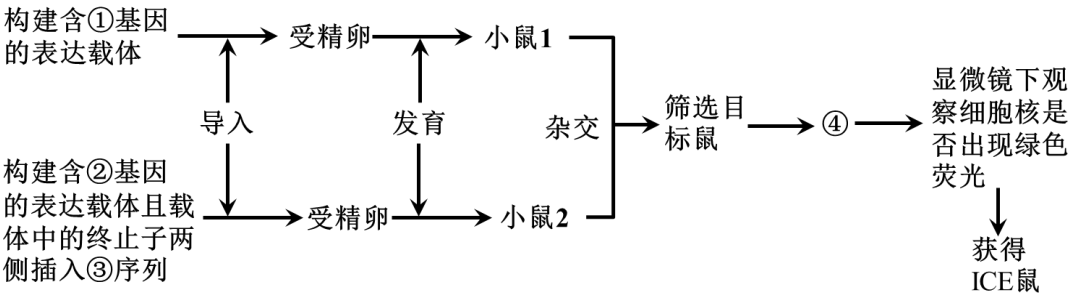
图2

①Cre 酶基因：源自噬菌体，其编码的酶进入细胞核后作用于 DNA 上的 Lx 序列，导致两个 Lx 间的 DNA 片段丢失；

②I-E 核酸酶基因：编码的 I-E 核酸酶位于细胞核，与诱导剂 T、Cre 酶形成复合物，切割 DNA；

③口服诱导剂 T：小分子化合物，可诱导 Cre 酶进细胞核。

请完善技术路线___：



（4）染色质上的修复蛋白因子可修复受损 DNA，通过对 ICE 小鼠的检测，发现已修复的 DNA 未发生碱基序列的改变。通过检测___，可知获得的 ICE 鼠表观遗传信息紊乱；检测细胞的形态结构，可知细胞衰老。

20. 学习以下材料，回答（1）~（5）题。

碳同化途径的工程化改造

烟草是转基因研究的模式生物。烟草的光合速率受 RuBP 羧化-氧化酶（R 酶）催化效率和胞内 CO_2 浓度服制。R 酶由大亚基（RL）和小亚基（RS）组成，RL 蛋白和 RS 蛋白分别由叶绿体 rl 基因和细胞核 rs 基因编码，大小亚基在叶绿体中组装形成 R 酶。R 酶既能催化 C_5 羧化形成 C_3，也能催化 C_5 氧化为 C_2，进入线粒体分解为 CO_2，R 酶催化的反应类型取决于其周围的 CO_2 和 O_2 浓度。玉米等植物已经进化出 CCM 机制，叶绿体中 R 酶周围积累 CO_2 以增强羧化和抑制氧化。研究人员尝试在烟草中替换 R 酶，并构建 CCM 途径。

H^+菌是一种自养型细菌。H^+菌的羧基体由多种蛋白构成，蛋白外壳包裹着 R 酶和碳酸酐酶（CA）。H 菌的 R 酶由大亚基（CL）和小亚基（CS）组成，催化效率高，CA 可维持 CO_2 和 HCO_3^-的平衡。科研人员构建了含有 H^+菌羧基体基因的表达载体，将其导入烟草叶绿体中，通过同源重组的方式将原有的 rl 基因替换。通过透射显微镜观察到转基因烟草叶绿体中存在完整的羧基体。提取烟草叶绿体总蛋白，电泳结果如图 1。

进一步检测转基因烟草的光合速率远低于野生型。为寻找原因，科研人员检测了转基因烟草的离体羧基体的羧化效率和 CO_2 亲和力，发现二者均与 H 菌无显著差异。基于上述研究，科研人员推测需要构建有效的 CO_2 浓缩途径，进一步完善烟草 CCM 机制，为提高农作物产量奠定基础。

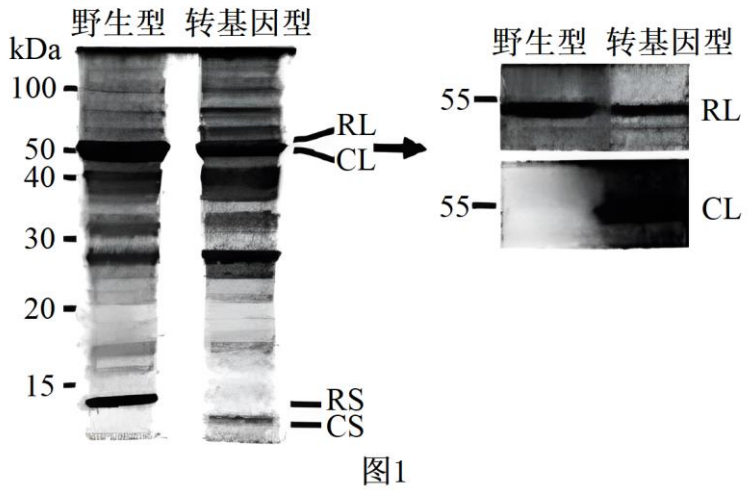


图1

（1）基于文中信息，解释当氧气浓度高时，烟草光合速率低的原因___。

（2）请结合文中信息，完善羧基体中的反应式，写出酶①和酶②的名称:___、___。

$$H_2CO_3 \xrightarrow{\text{酶①}} CO_2 \xrightarrow{\text{酶②}} C_3$$

（3）结合文中信息，分析图 1 结果，下列推测错误的是___。

A. 转基因烟草叶绿体中 rl 基因全部被表达载体上的基因替换

B. 导入含羧基体基因的表达载体可导致叶绿体中 RS 蛋白含量减少

C. RL 和 CL 蛋白大小相同，可使用特异性抗体区分

D. 转基因烟草羧基体中 R 酶的大小亚基分别是 CL 和 CS

（4）CA 还可催化 CO_2 和水形成 H_2CO_3 产生 H^+和 HCO_3^-，科研人员进行羧基体 CA 活性的测定实验：在反应体系中加入缓冲液（pH=8）并通入 CO_2，两组实验分别加入羧基体、CA，并设置空白对照，测定 pH 值，计算各组 pH 值变化速率。实验结果是___，证明羧基体中 CA 活性不是限制转基因烟草光合速率的原因。

（5）二氧化碳不易通过扩散作用穿过羧基体蛋白外壳。对图 2 中转基因烟草的叶绿体进行改造，实现提升羧基体中 CO_2 浓度的目的。请写出改造方案___。

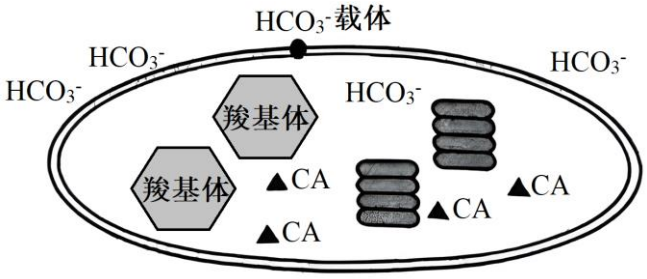


图2

21. 油胞是柑橘叶片、果实等器官的分泌结构，可产生和储存精油。我国科学家以柑橘油胞为模式系统揭示植物分泌结构起始和发育的机制。

（1）有性生殖的柑橘具有单胚性。大多数柑橘品种无性生殖，由胚珠的体细胞发育为多个胚，即多胚性。柑橘的多胚性使后代不发生___。

（2）HP 是金柑变异品种，因无油胞口感更甜，具有多胚性、3~6 年才能结实。为破解无油胞突变的秘密，研究者利用单胚性且结实所需时间短的 HK 作为___，与 HP 杂交，得到 F_1 群体，繁育 F_2 群体。F_2 中有油胞与无油胞植株的比例接近 3：1。同时发现，F_2 中有油胞植株叶缘均有锯齿.无油胞植株叶缘均光滑，推测相关基因与性状的关系。

推测一：两对相对性状由一对等位基因控制。

推测二：两对相对性状分别由位于___上的两对等位基因控制，其中油胞基因和锯齿基因在___染色体上且距离近。

（3）柑橘的枝刺（见图 1）由枝条变态而来，枝刺基部有油胞结构而刺尘没有。科研人员已将油胞基因定位在一个包含 54 个基因的区域。通过进一步对比___，找到了与油胞发育有关的关键基因 M，已知 M 蛋白作为转录因子能调控叶缘锯齿化。科学家在 M 基因中插入 1 个碱基对，导致插入位点后的密码子的___改

变，获得 M 基因功能缺失突变体。该突变体叶片表型为___，从而证明 M 蛋白除可调控叶缘锯齿化，还可调控油胞发育。



图 1

（4）利用柑橘枝刺筛选到 M 基因的上游基因 D，推测 D 蛋白与 M 基因的启动子结合，促进油胞发育。为验证推测，人工合成与 M 基因启动子碱基序列相同的探针 P，进行荧光标记。使用___作为竞争物，按图 2 的步骤进行实验，结果如图 3。

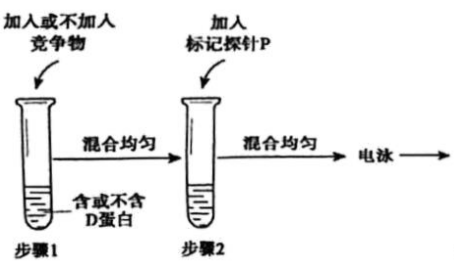


图 2

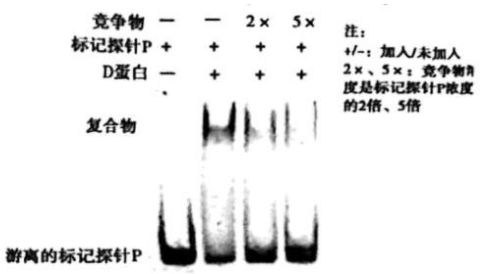


图 3

（5）为进一步寻找 M 蛋白激活的下游基因，最符合要求的基因应满足以下哪些条件___。

①M 基因功能缺失突变体中此基因表达水平显著上调

②柑橘枝刺基部此基因表达水平显著高于刺尖

③获得此基因功能缺失突变体，突变体叶片油胞数目减少

参考答案

第一部分（选择题共 30 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.【答案】A

【分析】微塑料（聚乙烯、聚酯等）会随生活污水排入土壤，对土壤微生物造成影响，如破坏蛋白质和磷脂的结构，干扰 DNA 和蛋白质合成。

【详解】A、根据题干，微塑料不会改变元素的种类，细胞中元素的种类不会改变，A 错误；

B、微塑料破坏蛋白质和磷脂的结构，细胞膜的主要成分就是磷脂和蛋白质，会改变细胞膜的通透性，B 正确；

CD、微塑料干扰 DNA 和蛋白质合成，因此会改变某些基因的表达，酶的本质大部分是蛋白质，因此可能会改变某些酶的催化效率，CD 正确。

故选 A。

2.【答案】C

【分析】小分子物质跨膜运输的方式包括：自由扩散、协助扩散、主动运输。自由扩散高浓度到低浓度，不需要载体，不需要能量；协助扩散是从高浓度到低浓度，不需要能量，需要载体；主动运输从高浓度到低浓度，需要载体，需要能量。大分子或颗粒物质进出细胞的方式是胞吞和胞吐，不需要载体，消耗能量。

【详解】AB、分析题意，NEM 可选择性抑制参与 K^+主动运输的转运蛋白，结合图示可知，与对照组相比，用 NEM 处理后 K^+进入根细胞的净流量降低，说明 K^+主动运输过程受影响，但并未降为 0，说明 K^+还可通过协助扩散进入玉米根细胞，AB 正确；

C、根细胞膜上至少存在 K^+主动运输和协助扩散进入细胞的两种转运蛋白，C 错误；

D、据图可知，处理 10s 运输 K^+离子的速率不为 0，说明运输 K^+离子的蛋白没被完全抑制，D 正确。

故选 C。

3.【答案】D

【分析】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（用醋酸洋红等碱性染料）、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、制作装片时使用盐酸与酒精的作用是解离，使细胞分离开，A 正确；

BD、图中为姐妹染色单体分离移向细胞两极，为有丝分裂后期，该处细胞位于根尖分生区，原因是根尖分生区分裂旺盛，能进行有丝分裂，B 正确，D 错误；

C、由图可以看出，在细胞的一极可以看到一段断裂的染色体片段，该变异类型为染色体结构变异，C 正确。

故选 D。

4.【答案】C

【分析】细胞分化是指在个体发育中，由一个或一种细胞增殖产生的后代，在形态，结构和生理功能上发生稳定性差异的过程。细胞分化的实质:基因的选择性表达。

【详解】A、发育为腿的幼虫细胞中本来就有 E 基因，只是没有表达，A 错误;

B、构成果蝇眼的不同类型的细胞，由于基因的选择性表达，所含蛋白质不完全相同，B 错误;

C、蛋白 E 诱导腿部产生了构成眼的不同类型的细胞群，说明蛋白 E 启动了不同类型细胞群中特异基因的表达，导致细胞分化，C 正确;

D、蛋白 E 激活不同基因使发育为腿的细胞转化为眼的不同类型细胞，D 错误。

故选 C。

5.【答案】C

【分析】DNA 的复制方式为半保留复制：以亲代 DNA 的两条链为模板，合成子代 DNA 的过程，每个子代 DNA 分子含有一条母链和一条新合成的子链。

【详解】大肠杆菌是现代生物学研究中的模式生物，环境适宜时约 20min 繁殖一代，40min 后收集大肠杆菌，提取其 DNA，意味着大肠杆菌繁殖两代，DNA 的复制方式为半保留复制，研究人员将 ^{15}N 标记的大肠杆菌转移到含有 $^{14}NH_4Cl$ 的培养基中，繁殖一代得到的每个 DNA 分子中 1 条链为 ^{15}N，1 条链为 ^{14}N，再繁殖 1 代，一共得到 4 个 DNA 分子，只有 2 个 DNA 分子 1 条链为 ^{15}N，1 条链为 ^{14}N，另外 2 个 DNA 分子两条链均为 ^{14}N，C 正确，ABD 错误。

故选 C。

6.【答案】D

【分析】一对等位基因控制的性状，若亲本均为隐性性状，则子代均为隐性性状。一对先天性聋哑夫妇生下 5 个孩子全正常，若聋哑为显性性状，则与题意“先天原因的聋哑人和正常人结婚生育的后代一般都是正常人”矛盾，故可判断先天性聋哑为两对或多对基因控制的疾病。

【详解】A、若先天性聋哑为显性性状（AA 或 Aa），则与正常人（aa）结婚，子代至少有 1/2 的概率患病，与题意不符，A 错误；

B、若为单基因遗传病，患病父母生出正常子女，说明该病为显性遗传病，亲本基因型为杂合子，子代正常概率为 1/4，但一对先天性聋哑夫妇生的 5 个孩子均正常，概率为（1/4）^{5}，概率太低，可能性不大，B 错误；

CD、先天性聋哑人和正常人结婚生育的后代一般都是正常人，说明先天性聋哑最可能是隐性性状，一对先天性聋哑夫妇生下 5 个孩子全正常，说明该性状是由多对基因控制的，多基因隐性突变都可导致聋哑，因而父母均有聋哑，但是分别由不同的隐性突变所致（如 A 和 B 的隐性突变均可导致聋哑，那么父母基因型分别为 aaBB，AAbb），所以聋哑的父母所生的子代都可能是正常的（A_B_），D 正确，C 错误。

故选 D。

7.【答案】C

【分析】现代生物进化理论的基本观点：①种群是生物进化的基本单位，②生物进化的实质在于种群基因频率的改变。③突变和基因重组、自然选择及隔离是物种形成过程的三个基本环节，通过它们的综合作

用，种群产生分化，最终导致新物种的形成。③其中突变和基因重组产生生物进化的原材料，自然选择使种群的基因频率发生定向的改变并决定生物进化的方向，隔离是新物种形成的必要条件。

【详解】A、人工加长尾羽雄鸟的加长尾羽是人工操作加长的，不是可遗传变异，因此人工加长尾羽雄鸟的子代多为正常尾羽，A 错误；

B、在人工加长尾羽雄鸟的领地中新巢数目最多，这说明雌性的长尾寡妇鸟倾向于选择尾羽更长的雄鸟交配，即雄性长尾寡妇鸟的尾羽长度与其繁殖成功率有关，B 错误；

C、交配成功率的差异可以导致繁殖成功率的不同，如不同类型配子的活性不同会造成繁殖成功率的不同，C 正确；

D、自然选择使种群的基因频率发生定向的改变并决定生物进化的方向，因此环境稳定条件下控制长尾羽的基因频率将保持稳定，D 错误。

故选 C。

8.【答案】A

【分析】植物组织培养要求非常严格的无菌环境，如果灭菌不彻底，培养过程中存在污染，会造成培养的幼苗生长缓慢甚至培育失败。

【详解】A、将外植体接种到培养基上时必须在酒精灯火焰旁进，以避免杂菌污染，A 正确；

B、从新鲜洋葱中粗提取 DNA 不需要在无菌条件下进行，B 错误；

C、对平板中分解尿素细菌计数，统计的是已经形成的菌落，不需要在无菌环境条件下进行，C 错误；

D、用 PCR 仪对 DNA 片段进行扩增不需在无菌环境条件下进行，D 错误。

故选 A。

9.【答案】B

【分析】由题意可知，死亡个体未检出病原体，但出现血糖低、肾上腺肥大和淋巴组织退化等生理变化，且实验过程中，每笼 17 只组检测到与上述现象相符的结果，说明上述结果可能是由于竞争压力过大导致的。

【详解】A、由题意可知，死亡个体未检出病原体，但出现血糖低、肾上腺肥大和淋巴组织退化等生理变化，说明种群数量的反馈调节与神经和内分泌系统有关，A 正确；

B、生活环境造成的压力和紧张可能降低动物个体的免疫力而导致个体死亡，从而出现种群数量急剧下降的情况，B 错误；

C、死亡个体检测出肾上腺肥大可知，可能是种内竞争压力对神经系统的刺激导致肾上腺素浓度增加，C 正确；

D、死亡个体检测出血糖低，可能是种内竞争压力导致神经系统作用于胰岛，胰岛素分泌增多，使血糖浓度降低，D 正确。

故选 B。

10.【答案】C

【分析】疫苗类型：①灭活的微生物；②减毒的微生物；③分离的微生物成分或其产物。两次或更多次免疫接种可以诱导机体产生更多的抗体和记忆细胞，从而使机体获得长久的保护。

【详解】A、给乙鼠注射的免疫血清属于抗体，A 错误；

B、乙鼠存活是因为注射的免疫血清消灭了外毒素，B 错误；

C、类毒素刺激丙鼠通过体液免疫产生了外毒素的抗体和记忆细胞，C 正确；

D、丙鼠注射类毒素，诱发机体产生记忆细胞，进而获得了对外毒素的抵抗能力，而乙鼠注射外毒素的同时还有免疫血清，对机体的刺激能力很弱，因此乙鼠获得的免疫记忆能力比丙鼠保持的时间更短，D 错误。

故选 C。

11.【答案】D

【分析】分析题图可知，幼苗的右侧有含 ^{14}C 的营养物质，在甲组两侧叶片均喷施等量清水后，两侧营养物质的含量差别较小；乙组在左侧喷施细胞分裂素，右则营养物质较多的转移到左侧；丙组在右侧喷施细胞分裂素，左则营养物质均较多分布在右侧。

【详解】A、题干实验是研究细胞分裂素参与植物体多种生理代谢和发育过程，不能说明在植物体内细胞分裂素可促进细胞分裂，A 错误；

B、实验能说明细胞分裂素诱导氨基酸的分布，不能说明促进细胞吸收氨基酸，B 错误；

C、甲组和丙组的自变量为右侧叶片细胞分裂素的有无，实验结果均为右侧（含 ^{14}C 一侧）营养物质含量高，不能表明说明细胞分裂素可诱导营养物质运输，C 错误；

D、甲乙两组对比说明细胞分裂素可诱导营养物质的转移，可调节植物体内营养物质的再分配，故选 D。

故选 D。

12.【答案】B

【分析】1、种群的特征包括种群密度、出生率和死亡率、迁入率和迁出率、年龄结构和性别比例。其中种群密度是种群最基本的数量特征；出生率和死亡率、迁入率和迁出率对种群数量起着决定性作用；年龄结构可以预测种群数量发展的变化趋势。

2、环境容纳量是指环境不被破坏的前提下所能容纳的最大值，即 K 值，但 K 值并不是种群数量的最大值，K 值也不是一成不变的，在一个处于平衡状态的自然生态系统中，种群的数量围绕一个平均水平上下波动，这个平均水平就是合理的环境容纳量。

【详解】A、环境容纳量是指环境不被破坏的前提下所能容纳的最大值，即 K 值，由图无法判断 1980 年马鹿的种群数量达到 K 值，A 错误；

B、出生率和死亡率对种群数量起着决定性作用，马鹿种群数量的增加是出生率大于死亡率的结果，B 正确；

C、由图可知，1968 年以后马鹿种群数量曲线斜率先不变，后为 0，说明马鹿种群数量的增长速度先不变，后为 0，C 错误；

D、1968 年以后影响马鹿种群数量变化的是非生物因素（如气候、季节、降水等）和生物因素（如食物），D 错误。

故选 B。

13.【答案】C

【分析】分析曲线图：在一定范围内，随着滨螺密度的增加，藻类种数（多样性）逐渐增加，超过一定范围，随着滨螺密度的增加，藻类种数（多样性）逐渐降低。

【详解】A、藻类是生产者，是第一营养级，滨螺以多种藻类为食，这说明滨螺位于第二营养级，A 正确；

B、滨螺在高密度时，需要的食物量增大，藻类种类减少，这说明藻类种类下降是滨螺过度捕食的结果，B 正确；

C、滨螺在中等密度时，藻类种数最多，多样性最高，说明滨螺的适度捕食提高了藻类的物种多样性，C 错误；

D、优势种是指数量很多、对其他物种的影响很大的物种，滨螺尤其喜食浒苔，浒苔可能是潮间带的优势种，D 正确。

故选 C。

14.【答案】B

【分析】克隆即细胞核移植，先将含有遗传物质的供体细胞的核移植到去除了细胞核的卵细胞中，利用微电流刺激等使两者融合为一体，然后促使这一新细胞分裂繁殖发育成胚胎，当胚胎发育到一定程度后，再被植入动物子宫中使动物怀孕，便可产下与提供细胞核者基因相同的动物。

【详解】体细胞克隆猴培养过程，需将体细胞细胞核移入去核卵母细胞中，构成重构胚，用物理或化学法诱导重构胚发育，然后进行胚胎体外培养和胚胎移植，克隆技术属于无性生殖，该过程涉及到体细胞核移植技术，不涉及转基因技术、动物细胞融合技术和体外受精技术，B 正确，ACD 错误。

故选 B。

15.【答案】D

【分析】大脑皮层除了对外部世界感知（感觉中枢在大脑皮层）还具有语言、学习、记忆和思维等方面的高级功能。语言文字是人类进行思维的主要工具，是人类特有的高级功能（在言语区）。下丘脑具有调节垂体和其它腺体的活动的功能。

【详解】A、人脑是非常复杂的，而 ChatGPT 是目前人工智能技术驱动的自然语言处理工具，ChatGPT 在处理复杂、不确定任务上远不如人脑，A 正确；

B、只有大脑才产生情感、情绪和主观意识，ChatGPT 不能产生情感、情绪和主观意识，B 正确；

C、学习和记忆也是脑的高级功能，是指神经系统不断地接受刺激，获得新的行为、习惯和积累经验的过程，C 正确；

D、ChatGPT 不能通过化学信号来构建认知功能，D 错误。

故选 D。

第二部分（非选择题共 70 分）

本部分共 6 题，共 70 分。

16.【答案】（1） ①. 轴突 ②. 突触

（2） ①. T 蛋白可维持小鼠的学习记忆能力 (或敲除 T 蛋白后会导致小鼠学习记忆能力下降) ②. T 蛋白可维持小鼠的运动能力;T 蛋白可维持小鼠的正常精神状态 (或敲除 T 蛋白后会导致小鼠运动能力下降或出

现精神障碍)　③. 二

（3）海马区神经细胞的数量和突起(或轴突、树突)数量

（4） T蛋白↛A基因去甲基化↛A蛋白↛钙波强度↛突触数量↛学习记忆能力

【分析】1、学习是神经系统不断地接受刺激，获得新的行为、习惯和积累经验的过程，记忆则是将获得的经验进行贮存和再现。

2、学习和记忆的机理:

①学习和记忆涉及脑内神经递质的作用以及某些种类蛋白质的合成；②短期记忆主要与神经元的活动及神经元之间的联系有关,尤其是与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关；③长期记忆可能与新突触的建立有关。

【小问 1 详解】

学习和记忆涉及脑内神经递质的作用以及某些种类蛋白质的合成，短期记忆主要与神经元的活动及神经元之间的联系有关，尤其是与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关，长期记忆可能与新突触的建立有关，因此星形胶质细胞的轴突末梢与神经元胞体或树突相接近形成突触，其形态、功能和数量会影响学习记忆能力。

【小问 2 详解】

①图 1 显示，与野生型相比，小鼠 X 到达平台的时间更长，可能是小鼠 X 缺乏 T 蛋白，使小鼠学习记忆能力下降，也有可能是可能是小鼠 X 缺乏 T 蛋白使小鼠的运动能力下降，因此可做出假设：

假设一：T 蛋白可维持小鼠的学习记忆能力 (或敲除 T 蛋白后会导致小鼠学习记忆能力下降)；

假设二：T 蛋白可维持小鼠的运动能力;T 蛋白可维持小鼠的正常精神状态 (或敲除 T 蛋白后会导致小鼠运动能力下降或出现精神障碍)；

②由图 2 可以看出，小鼠 X 的运动轨迹与野生型的运动轨迹差别不大，说明缺乏 T 蛋白对小鼠的运动能力影响不大，因此排除假设二。

【小问 3 详解】

研究 T 蛋白缺失导致突触数量降低的原因，还需在细胞水平上进一步观察记录小鼠 X 海马区神经细胞的数量和突起(或轴突、树突)数量，并与野生型进行比较；

【小问 4 详解】

由题意可知，A 蛋白位于星形胶质细胞的细胞膜上，敲除 A 基因，钙波强度减弱。敲除 T 基因的小鼠，A 基因启动子区域维持甲基化修饰，可以得出 T 蛋白影响学习记忆的机理为：T 蛋白促进 A 基因去甲基化，促进 A 蛋白的合成，使钙波强度增强，增加突触的数量，从而增强学习记忆能力。

17.【答案】（1）AB　（2）　①. 增加培养液与空气的接触面积，增加培养液中的溶氧量　②. 分生孢子（无性生殖）

（3）　①. a　②. +++　③. c　④. +++　⑤. bc　⑥. ++　（4）否

【分析】灵芝酸不是灵芝生长所必需的，一般在灵芝特定的部位中，并在一定的环境和时间条件下才进行合成，属于次生代谢物，具有产量低，应用广泛的特点。

【小问 1 详解】

灵芝生长缓慢，且灵芝酸属于次生代谢产物，具有产量低，作用广的特点，采用菌丝体发酵产生灵芝酸的方法可以不用等待灵芝生长成熟，直接通过发酵工程体外培养菌丝体，采取适当的提取、分离和纯化措施来获得灵芝酸，能缩短生产周期，提高 A 的产量。AB 正确，C 错误。

故选 AB。

【小问 2 详解】

①灵芝是需氧型生物，振荡培养能增加培养液中的溶氧量，静置培养后，培养液与空气的气体交换速率下降，因此换做多个培养皿静置培养，能增大培养液与空气的接触面积，增大培养液中的溶氧量。

②相较于震荡培养，静置培养中菌丝数量较少，分生孢子数量较多，因此推测，A 的合成与细胞中的分生孢子（无性生殖）密切相关。

【小问 3 详解】

本实验自变量应为是否用钙离子处理，以及用钙离子处理后细胞中 C 酶是否能发挥作用，因变量为 A 的含量。表格中 2 组处理方式为无菌水，应为空白对照组，则 1 组用 C 酶处理，证明 C 酶增多是否可以促进 A 的合成，根据假说，预期结果 A 含量应高于 2 组；3 组用 $CaCl_2$ 溶液处理，证明钙离子处理是否可以提高 A 的含量，根据假说，3 组用钙离子处理后，能够通过 C 酶促进了 A 的合成，产量也应高于 2 组；4 组则在添加了钙离子的基础上，添加 C 酶抑制剂，证明钙离子是否通过 C 酶促进 A 的合成，根据假说，C 酶抑制剂抑了 C 酶的功能，钙离子无法通过 C 酶促进 A 的合成，且 4 组结果应与 2 组相当（或略低于 2 组）。

【小问 4 详解】

图 4 中自变量为是否添加 C 酶抑制剂和是否添加钙离子，因变量分别检测了 F 酶基因、S 酶基因、L 酶基因的相对表达量，由结果可知，添加 C 酶抑制剂，F 酶基因、S 酶基因、L 酶基因的表达量均降低，说明 C 酶可促进上述三种酶基因的表达，添加钙离子后，F 酶基因、S 酶基因、L 酶基因的表达量均上升，说明钙离子可促进上述三种酶基因的表达。通过题（3）可证明钙离子是通过 C 酶促进 A 的合成，通过题图（4）结果可证明酶 C 可促进 F 酶基因、S 酶基因、L 酶基因的表达，但综合上述信息，无法证明 C 酶促进 F 酶基因、S 酶基因、L 酶基因的表达是否与 Cr 有关，也无法证明 F 酶基因、S 酶基因、L 酶基因的表达产物能促进乙酰辅酶 A 转化为 A。因此综合以上研究，评价构建图 3 中调控和代谢途径的证据不充分。

18.【答案】（1） ①. 自我调节 ②. 物质循环、能量流动和信息传递

（2） ①. 与竹液浓度为 0g/L 和 1g/L 时相比，当竹液浓度为 5g/L 时，与单独培养相比，共同培养时蓝细菌的种群增长率低 ②. 低浓度竹液处理，蓝细菌中 H_2O_2 酶活性升高，分解过量的 H_2O_2，蓝细菌增殖不受影响；高浓度竹液处理，H_2O_2 酶活性降低，H_2O_2 毒害作用无法消除，蓝细菌增殖被抑制

（3）竹子产生的化学物质促进硅藻增殖，硅藻与蓝藻竞争加剧，蓝藻增殖被抑制；竹子促进硅藻集群分布，并迁移到蓝细菌水层，加速蓝细菌的裂解，使其黄化、沉降，导致蓝细菌种群密度下降，水华得到治理；竹子产生的化学物质直接抑制蓝细菌增殖

【分析】由图 1 可知，较竹液浓度为 0g/L、和 1g/L，当竹液浓度为 5g/L 时，与单独培养相比，共同培养时蓝细菌的种群增长率低。

由图 2 可知，低浓度竹液处理，蓝细菌中 H_2O_2 酶活性升高；高浓度竹液处理，H_2O_2 酶活性降低。

由图 3 可知，集群硅藻进行迁移，说明竹子产生的化学物质促进硅藻增殖。

由图 4 可知，竹签组黄化、沉降的蓝细菌较多，说明竹子产生的化学物质直接抑制蓝细菌增殖。

【小问 1 详解】

生态系统具有一定的自我调节能力，水华是由于淡水生态系统中 N、P 含量过剩，超出了生态系统自我调节能力，导致蓝细菌大量繁殖，导致其他生物大量死亡，进一步导致生态系统的物质循环、能量流动和信息传递等功能衰退。

【小问 2 详解】

①据图 1 可知，较竹液浓度为 0g/L、和 1g/L，当竹液浓度为 5g/L 时，与单独培养相比，共同培养时蓝细菌的种群增长率低。

②由题意可知，竹液胁迫下蓝细菌产生更多 H_2O_2，H_2O_2 积累会伤害细胞，由图 2 可知，低浓度竹液处理，蓝细菌中 H_2O_2 酶活性升高，分解过量的 H_2O_2，蓝细菌增殖不受影响；高浓度竹液处理，H_2O_2 酶活性降低，H_2O_2 毒害作用无法消除，蓝细菌增殖被抑制。

【小问 3 详解】

由图 3 可知，集群硅藻进行迁移，说明竹子产生的化学物质促进硅藻增殖，硅藻与蓝藻竞争加剧，蓝藻增殖被抑制，竹子促进硅藻集群分布，并迁移到蓝细菌水层，加速蓝细菌的裂解，使其黄化、沉降，导致蓝细菌种群密度下降，水华得到治理；由图 4 可知，竹签组黄化、沉降的蓝细菌较多，说明竹子产生的化学物质直接抑制蓝细菌增殖。

19.【答案】（1） ①. 松散、紧密连接蛋白减少 ②. DNA 低甲基化

（2）促进 （3） ①. Cre 酶 ②. I-E 核酸酶和绿色荧光蛋白基因 ③. Lx ④. 饲喂诱导剂 T

（4）DNA 甲基化水平（DNA 低甲基化）

【分析】分析图 1，年轻状态时，DNA 甲基化，染色质紧密，衰老状态时，DNA 低甲基化，染色质松散，有利于基因表达。

【小问 1 详解】

由图 1 可知，导致个体衰老的原因包括某些染色质区域松散、紧密连接蛋白减少，某些 DNA 低甲基化。

【小问 2 详解】

DNA 甲基化会抑制转录并引发更紧密的染色质结构的形成，推测衰老染色质结构松散，有利于 DNA 解旋并进行转录，会促进基因表达。

【小问 3 详解】

根据题图可知，无诱导剂 T 时，Cre 酶会被降解，有诱导剂 T 时，Cre 酶进入细胞核后作用于 DNA 上的 Lx 序列，导致两个 Lx 间的 DNA 片段丢失，I-E 核酸酶基因会成功表达，并与 ICE 识别序列结合导致 DNA 双链断裂。技术路线如下：构建含有基因①Cre 酶基因的基因表达载体，同时构建含基因②I-E 核酸酶和绿色荧光蛋白基因的基因表达载体且载体中的终止子两侧插入 Lx 序列，分别将两种基因表达载体导入小鼠受精卵，并使之发育为小鼠 1 和小鼠 2，利用两鼠杂交，筛选目标鼠后，饲喂诱导剂 T，诱导 Cre 酶进细胞核，I-E 核酸酶位于细胞核，与诱导剂 T、Cre 酶形成复合物，切割 DNA 在显微镜下观察细胞核是否出现绿色荧光，有绿色荧光说明融合基因已表达且位于细胞核，即为 ICE 鼠。

【小问 4 详解】

染色质上的修复蛋白因子可修复受损 DNA，通过对 ICE 小鼠的检测，发现已修复的 DNA 未发生碱基序列的改变。通过检测 DNA 甲基化水平（DNA 低甲基化），可知获得的 ICE 鼠表观遗传信息紊乱；检测细胞的形态结构，可知细胞衰老。

20.【答案】（1）氧气浓度高时，R 酶催化 C_5 氧化产生 CO_2，C_5 羧化形成 C_3 减少

（2） ①. CA ②. R 酶 （3）A

（4）羧基体组的 pH 下降速率与 CA 组接近，快于空白组

（5）去除叶绿体基质中的 CA，增加叶绿体膜上的 HCO_3^- 转运载体数量（增强转运能力）

【分析】1、光合作用：绿色植物通过叶绿体，利用光能，把二氧化碳和水转化成储存着能量的有机物，并且释放出氧气的过程，分为光反应阶段和暗反应阶段。

2、影响光合作用的外界条件有光照强度、二氧化碳浓度、温度、光照时长等。

【小问 1 详解】

由“R 酶既能催化 C_5 羧化形成 C_3，也能催化 C_5 氧化为 C_2，进入线粒体分解为 CO_2，R 酶催化的反应类型取决于其周围的 CO_2 和 O_2 浓度。”可知，当氧气浓度高时 R 酶催化 C_5 氧化产生 CO_2 释放，C_5 合成有机物减少，故烟草光合速率低。

【小问 2 详解】

由于 CA 可维持 CO_2 和 HCO_3^- 的平衡，R 酶既能催化 C_5 羧化形成 C_3，故羧化体反应式中酶 1 为 CA，酶 2 为 R 酶。

【小问 3 详解】

A、构建含有 H^+ 菌羧基体基因的表达载体，将其导入烟草叶绿体中，通过同源重组的方式将原有的 rl 基因替换，根据电泳图可知，转基因烟草细胞中依然有 RL 蛋白表达出来，故转基因烟草叶绿体中 rl 基因并没有全部被表达载体上的基因替换，A 错误；

B、RS 蛋白是由细胞核 rs 基因编码，由图 1 可知，转基因型烟草细胞中 RS 蛋白的含量低于野生型，故导入含羧基体基因的表达载体可导致叶绿体中 RS 蛋白含量减少，B 正确；

C、由图 1 可知，RL 和 CL 蛋白大小均为 55kDa，抗原和抗体能特异性结合，可使用特异性抗体区分，C 正确；

D、转基因烟草羧基体中 R 酶是大亚基（CL）和小亚基（CS）组成，D 正确。

故选 A。

【小问 4 详解】

为验证羧基体中 CA 活性不是限制转基因烟草光合速率的原因，可设置羧基体、CA、空白对照三组实验，由于 CA 还可催化 CO_2 和水形成 H_2CO_3 产生 H^+ 和 HCO_3^-，可测定各组 pH 值变化速率来验证结果，若羧基体组的 PH 下降速率与 CA 组接近，快于空白组，则羧基体中 CA 活性不是限制转基因烟草光合速率的原因。

【小问 5 详解】

二氧化碳不易通过扩散作用穿过羧基体蛋白外壳，由于 CA 可催化 CO_2 和水形成 H_2CO_3 产生 H^+ 和 HCO_3^-，可以去除叶绿体基质中的 CA 增加 CO_2 的浓度，还可以增加叶绿体膜上的 HCO_3^- 转运载体数量，来增加

CO_2的浓度。

21.【答案】（1）性状分离

（2） ①. 母本 ②. 一对同源染色体 ③. 同一条

（3） ①. 枝刺基部和刺尖54种候选基因的表达水平差异 ②. 排列顺序和类型 ③. 叶缘光滑，无油胞

（4）未标记的探针P （5）②③

【分析】1、基因突变是指DNA分子中发生碱基对的替换、增添或缺失，而引起的基因结构的改变。

2、基因的分离定律的实质是：在杂合体的细胞中，位于一对同源染色体上的等位基因，具有一定的独立性，在减数分裂形成配子的过程中，等位基因会随同源染色体的分开而分离，分别进入两个配子中，独立地随配子遗传给后代。

【小问1详解】

大多数柑橘品种无性生殖，由胚珠的体细胞发育为多个胚，即多胚性。无性生殖使得产生的后代不发生性状分离，优良品种可以永久固定下来，所以柑橘的多胚性使后代不发生性状分离。

【小问2详解】

能结实的植株为母本，所以研究者利用单胚性且结实所需时间短的HK作为母本，由题干信息“HK与HP杂交，得到F_1群体，繁育F_2群体。F_2中有油胞与无油胞植株的比例接近3：1。同时发现，F_2中有油胞植株叶缘均有锯齿，无油胞植株叶缘均光滑”可推测：①是否有油胞和叶缘类型这两对相对性状由一对等位基因控制；②两对相对性状分别由位于一对同源染色体上的两对等位基因控制，且油胞基因和锯齿基因在同一条染色体上且距离近，无油胞基因和光滑基因在另一条染色体上且距离近。

【小问3详解】

已将油胞基因定位在一个包含54个基因的区域，已知枝刺基部有油胞结构而刺尘没有，通过进一步对比枝刺基部和刺尖54种候选基因的表达水平差异，找到了与油胞发育有关的关键基因M。在M基因中插入1个碱基对，会导致M基因的结构发生改变，进而导致密码子的排列顺序和类型改变，无法获得M蛋白。由（2）可知，是否有油胞是一对相对性状，叶缘类型是一对相对性状。已知M蛋白可调控叶缘锯齿化，还可调控油胞发育，因此M基因功能缺失突变体表型为叶缘光滑，无油胞。

【小问4详解】

人工合成与M基因启动子碱基序列相同的探针P，进行荧光标记，竞争物应为同样与M基因启动子碱基序列相同，但未进行荧光标记的探针P。

【小问5详解】

①M基因功能缺失突变体中M基因表达水平显著下调，①错误；

②M蛋白可调控叶缘锯齿化，还可调控油胞发育，枝刺基部有油胞结构而刺尘没有，柑橘枝刺基部M基因表达水平显著高于刺尖，②正确；

③M基因功能缺失突变体表型为叶缘光滑，无油胞，即获得M基因功能缺失突变体，突变体叶片油胞数目减少，③正确。

故选②③。