

# 生物学试卷

## 注意事项：

1. 答题前，考生务必用黑色碳素笔将自己的姓名、准考证号、考场号、座位号在答题卡上填写清楚。
2. 每小题选出答案后，用2B铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。在试题卷上作答无效。
3. 考试结束后，请将本试卷和答题卡一并交回。满分100分，考试用时75分钟。

一、选择题：本题共15小题，每小题3分，共45分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 下列实验中，使用培养基的物理性质与其他实验不同的是  
A. 菊花的植物组织培养、  
B. 艾弗里区分肺炎链球菌的类型  
C. 探究抗生素对细菌的选择作用  
D. 培养骨髓瘤细胞用于制备单克隆抗体
2. 通过ATP的合成和水解，使放能反应所释放的能量用于吸能反应，此过程被称为ATP-ADP循环。下列现象体现ATP-ADP循环转换速度快的是  
A. 在细胞内，ATP形成后1分钟内就被消耗掉  
B. 一个静卧的人24h内消耗约40kg ATP  
C. 在细胞培养液中加入 $^{32}\text{P}$ ，一段时间后检测部分ATP有放射性  
D. 肌肉细胞滴加葡萄糖不收缩，滴加ATP发生明显收缩
3. 小胶质细胞存在于脑和脊髓中，具有“修剪”突触的功能，TREM2是该类细胞中特有的跨膜蛋白受体，TREM2缺失的小胶质细胞表现出形态上分枝减少、功能上吞噬能力下降以及炎症反应增强等特点。下列相关叙述错误的是  
A. 高尔基体参与TREM2的加工和运输  
B. TREM2缺失突变型细胞中葡萄糖的消耗量可能减少  
C. 神经胶质细胞是神经系统结构和功能的基本单位  
D. TREM2可调节炎症、促进吞噬、调节神经系统信号传递过程
4. 2023年《Science》一篇文献研究揭示了线粒体嵴重构在细胞凋亡中的作用：当细胞接收到凋亡信号时，线粒体内膜嵴结构动态变化，导致细胞色素c蛋白(CytC)释放，CytC与Apaf-1结合，募集Caspase9前体，形成凋亡体，从而启动细胞凋亡。如图1，以下叙述错误的是

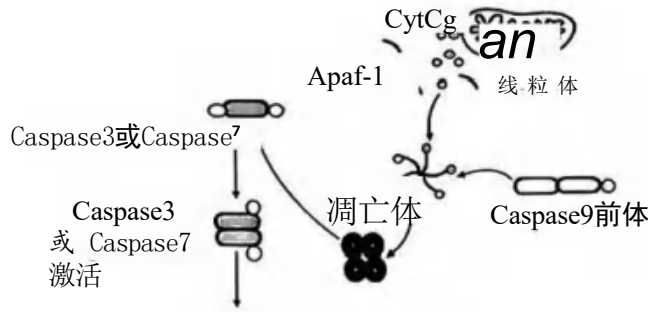


图 1

- A. 线粒体是细胞进行有氧呼吸的主要场所，不能进行无氧呼吸
  - B. 细胞色素c 释放至细胞质基质后，直接与Caspase3 结合并激活其功能
  - C. 线粒体内膜嵴动态变化可能是通过调节膜面积影响细胞色素c 的释放
  - D. 激活癌细胞的 Caspase3或 Caspase7可作为研制抗癌药物的新思路
5. 加拉帕戈斯群岛由许多互不相连、彼此独立的小岛组成。1835年，达尔文发现该群岛上地雀13种，图2表示这13种地雀之间的进化关系。下列相关说法正确的是

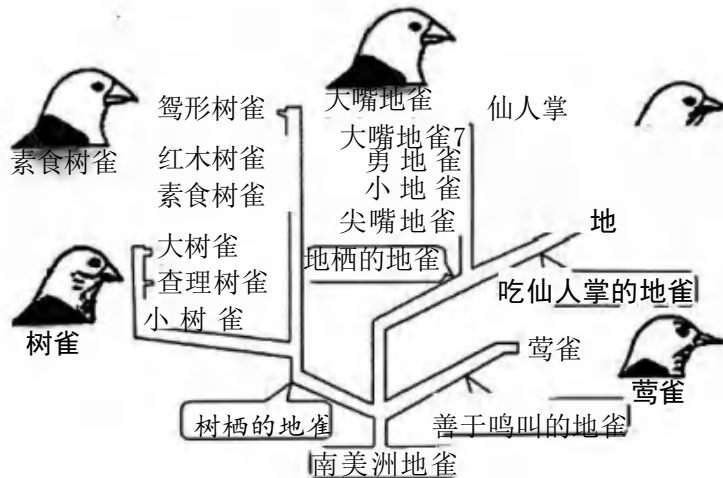


图2

- A. 这13种地雀都是由南美洲地雀这一共同祖先进化而来，所以它们是同一物种
  - B. 每一种地雀间喙的大小、形状、尺寸等存在差异，这与各小岛上的食物资源不同有关
  - C. 在长期的进化历程中，各个小岛上地雀的突变都朝着对其有利的方向进行
  - D. 基因突变和基因重组、自然选择、隔离是新物种形成的三个基本环节
6. 心肌起搏细胞具有自主节律性，即可以通过自动产生节律性动作电位来控制心脏搏动，同时还受到交感神经与副交感神经的支配。受体阻断剂A、B 可以与各自受体结合，分别阻断两类自主神经的作用。自主神经被完全阻断时的心率(心脏每分钟搏动的次数)为固有心率。以被试者安静状态下的心率作为对照，检测两种阻断剂对于心率的影响，结果如图3所示。以下说法错误的是

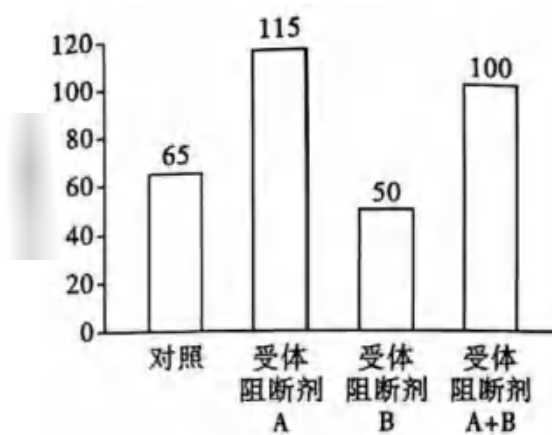


图3

- A. 据图分析，受体阻断剂A可阻断副交感神经的作用
- B. 细胞外液K<sup>+</sup>浓度升高会使心肌起搏细胞的自主节律性降低
- C. 安静时被试者的心率比固有心率低
- D. 若被试者心率为每分钟90次，则此时两类自主神经中作用强度较高的是副交感神经
7. EPA 是人体健康需要的一种脂肪酸，为探究EPA 对血糖调节的影响，科研人员利用野生型小鼠和糖尿病模型小鼠 (db) 进行实验。甲组为野生型小鼠给予正常饮食，乙组为db 给予正常饮食，丙组为db，但正常饮食中添加1%EPA。10 周后，三组小鼠分别进行大量口服葡萄糖测试和血清胰岛素浓度测定，结果如图4所示。已知 EPA 影响谷氨酸代谢，长期高浓度谷氨酸对胰岛 B 细胞产生毒害作用。下列说法正确的是

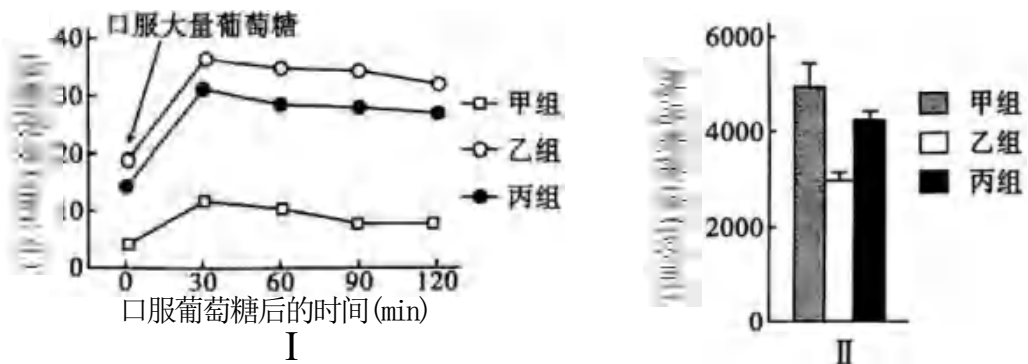


图4

- A. 本实验中空白对照组是乙组，作用是提供正常小鼠的血糖变化与胰岛素浓度参照值
- B. 结合图I 与图 II, 丙组出现图I 结果是因为饮食中添加EPA 减少了小鼠胰岛素的分泌
- C. 若本实验的糖尿病模型鼠由于长期缺乏 EPA 而得以构建，则实验同时运用了加法原理与减法原理
- D. 若进一步检测上述3组小鼠体内谷氨酸含量与胰岛B 细胞凋亡率，预期结果应是丙组小鼠的两个指标均高于乙组
8. 科学家开展了两个细胞分裂素 (CTK) 相关的实验。实验1: 将 CTK 氧化酶基因 AtCKX1 和 AtCKX2 分别导入野生型烟草 (WT) 中，获得转基因烟草 Y1 与 Y2，培养并测定相关指标，结果如下表所示；实验2: 探究拟南芥CTK的信号强度 (与CTK 浓度呈正相关) 与根的生长关系，结果如图5所示。下列叙述正确的是

植株	主根长度 (mm)	侧根数 (条)	不定根数 (条)	叶片数 (片)	相对叶表面积 (%)
WT	32.0	2.0	2.1	19.0	100
Y1	50.0	6.6	3.5	8.2	13.5
Y2	52.0	5.6	3.5	12.0	23.3

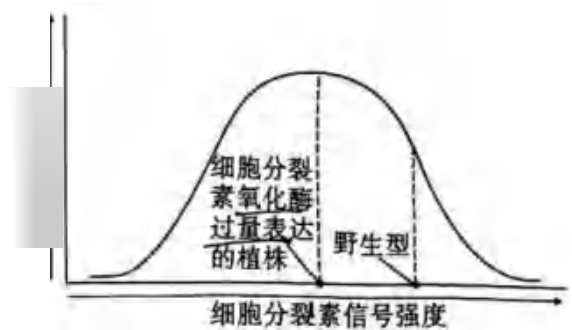


图5

- A. 实验1中, Y1 与 Y2 的 CTK含量相同且均低于WT
- B. 实验1中, 若对Y1和 Y2 施加 CTK类似物, 则叶片数、侧根数和不定根数均会增加
- C. 实验2中, 野生型拟南芥根部的CTK 浓度可能低于最适浓度
- D. 实验2中, 若敲除野生型拟南芥所有的CTK受体基因, 则根的生长会被严重抑制, 若只敲除某个受体基因, 则根的生长可能会增强
9. 研究群落中植物类群的丰富度时, 不仅要统计物种数, 还要统计物种在群落中的相对数量。群落中某一种植物的个体数占该群落所有植物个体数的百分比可用相对多度表示。在某退耕农田自然演替过程中, 植物物种甲、乙和丙分别在不同阶段占据优势, 它们的相对多度与演替时间的关系如图6所示, 下列叙述错误的是

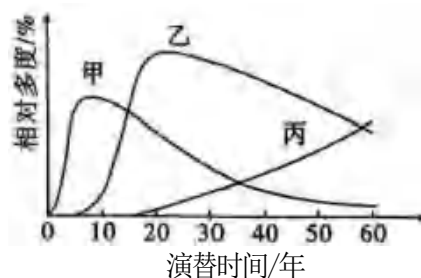


图6

- A. 该群落演替与发生在火山岩上的群落演替的起点不同
- B. 若丙的个体较大、数量有限, 可采用记名计算法统计其相对数量
- C. 据图分析, 第30年至第50年乙种群密度的变化是不断减小的
- D. 该农田退耕前后的变化, 说明人类活动可以改变群落演替的速度和方向
10. 柠檬酸是一种广泛应用的食品酸度调节剂, 如图7为研究人员以红薯粉为原料经黑曲霉发酵生产柠檬酸的简要流程图。下列叙述错误的是

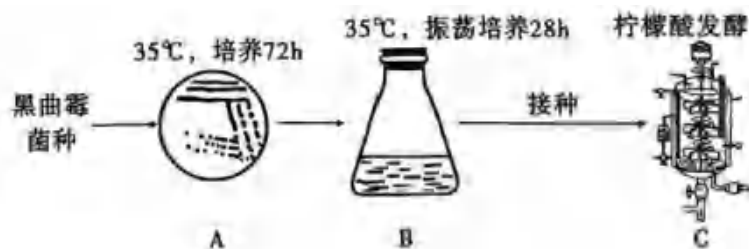


图7

- A. 发酵过程中pH 下降可抑制大部分细菌的生长
- B. 将菌种转接至B 培养基的目的是扩大培养，增加黑曲霉菌种数量
- C. 若发酵罐C 中的原料为大豆粉，可利用黑曲霉发酵、加工制成酱油
- D. 发酵结束后，将过滤所得的固体物质进行干燥即可获得柠檬酸产品

11. 哺乳动物胚胎干细胞通常为二倍体，如何在体外建立高等动物能稳定传代的单倍体细胞系是生命科学研究领域的一个重要问题。基于哺乳动物的单倍体细胞目前只能从单倍体囊胚中建立，我国研究团队成功建立了小鼠孤雄单倍体胚胎干细胞系，策略示意图如图8。以下分析不合理的是

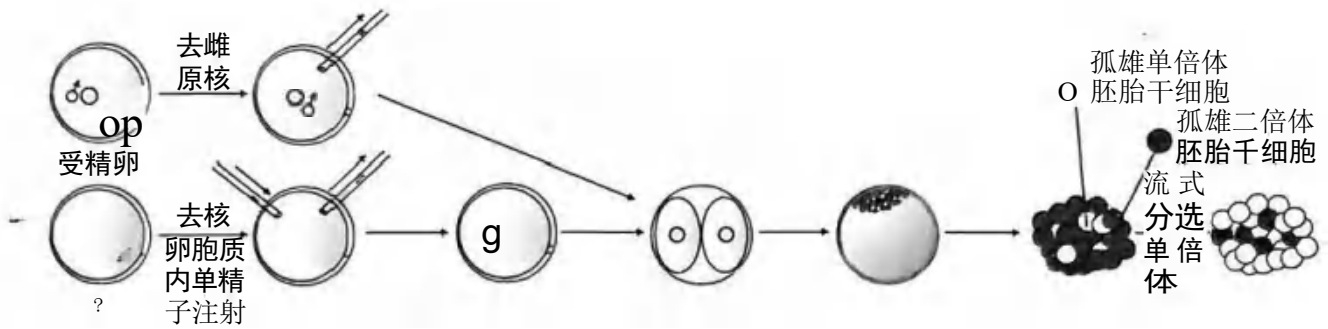


图8

- A. 图中“?”细胞宜选择MII 期卵母细胞
- B. 孤雄单倍体胚胎干细胞的性染色体组成可能有XX、XY、YY
- C. 单倍体胚胎干细胞比二倍体胚胎干细胞更适用于研究隐性突变
- D. 孤雄二倍体胚胎干细胞的出现可能与生物膜具有一定的流动性有关

12. 细菌群落的菌种之间相互作用、竞争资源并相互影响生长。现有两种类型的金黄色葡萄球菌，金黄色葡萄球菌的两种类型抗生素耐药性不同，其中耐药菌可释放能与游离抗生素结合的蛋白L，使其表现为耐药，敏感菌不产生蛋白L，表现为对抗生素敏感。研究者将起始密度相同的敏感菌和耐药菌混合培养，加入抗生素前后的细菌密度变化如图9甲。若将两类菌起始密度上调至约 $10^7$ 个/mL，重复上述实验，结果如图乙。研究者在培养体系加入新的菌种——铜绿假单胞菌（繁殖速率介于耐药菌和敏感菌之间），重复实验过程，结果如图丙。下列叙述错误的是

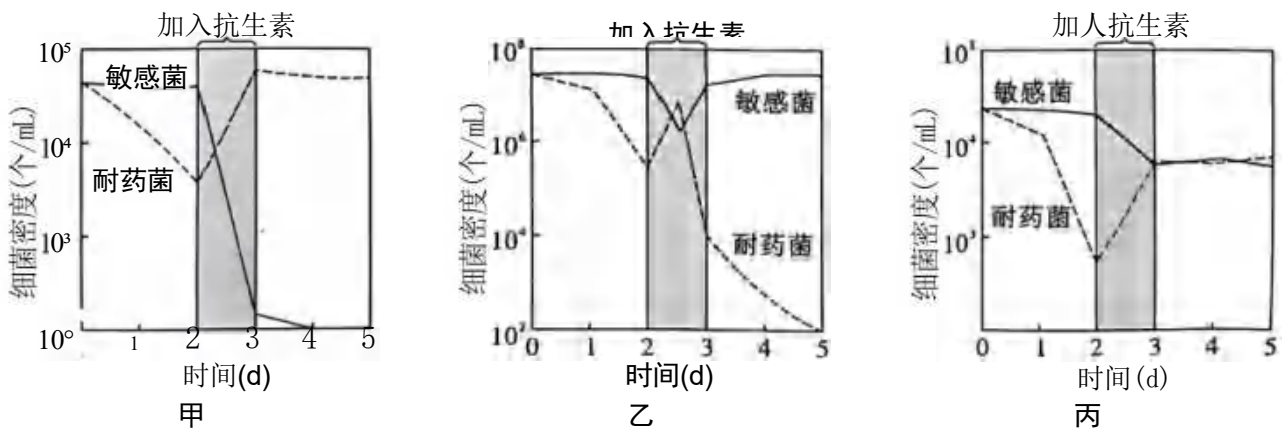


图9

- A. 图甲结果表明，无抗生素时，耐药菌和敏感菌的竞争能力不同，加入菌液的起始浓度和体积要相等，以排除其对实验结果的影响

- B. 图乙第3d后，敏感菌的密度高于耐药菌的原因可能是耐药菌释放的蛋白L能明显缓解抗生素对敏感菌繁殖的抑制
- C. 为解释蛋白L能否缓解抗生素对敏感菌繁殖的抑制，可进一步检测图甲培养体系中抗生素和蛋白L复合物的浓度
- D. 据图乙、丙可知，当铜绿假单胞菌存在时，加入抗生素以后耐药菌和敏感菌的密度相差不大，则说明种间竞争会缓解两类菌间的种内竞争

13. 蓝灰色羽毛是野生型岩鸽的典型特征，羽色由两对基因 (B/b,AI/ai) 控制，其中B控制蓝灰色，b控制红棕色，杂合时表现为浅灰色。AV/ai基因不控制具体的羽色性状，仅与羽毛色素合成有关，当某一个基因纯合时，表现为白羽。科研小组选取纯合蓝灰羽雄鸽与纯合白羽雌鸽杂交，F<sub>1</sub>全为浅灰羽，F<sub>1</sub>雌雄相互交配所得F<sub>2</sub>中浅灰羽：蓝灰羽：红棕羽：白羽=6:3:3:4，其中白羽全为雌鸽(注：ZW视为纯合子)。下列叙述正确的是
- A. 该羽色的遗传符合基因自由组合定律，B/b基因位于Z染色体上
- B.F<sub>2</sub>中ai的基因频率为0.25
- C.F<sub>2</sub>中的白羽个体中，与亲本基因型相同的个体占白羽个体的1/2
- D.F<sub>2</sub>中的蓝灰羽雄鸽与红棕羽雌鸽随机交配，后代中白羽全为雌性，占比为1/8
14. 普通小麦的TaMLO基因与白粉病的易感性有关。研究发现，利用CRISPR/Cas9基因编辑技术敲除TaMLO基因可增强小麦对白粉病的抗性，CRISPR/Cas9基因编辑技术的工作原理如图10所示。在实验过程中，科研人员构建了含有Cas9基因和sgRNA编码序列的重组质粒，并将其导入小麦细胞中，以期在TaMLO基因两端实现精准切割。下列有关叙述正确的是

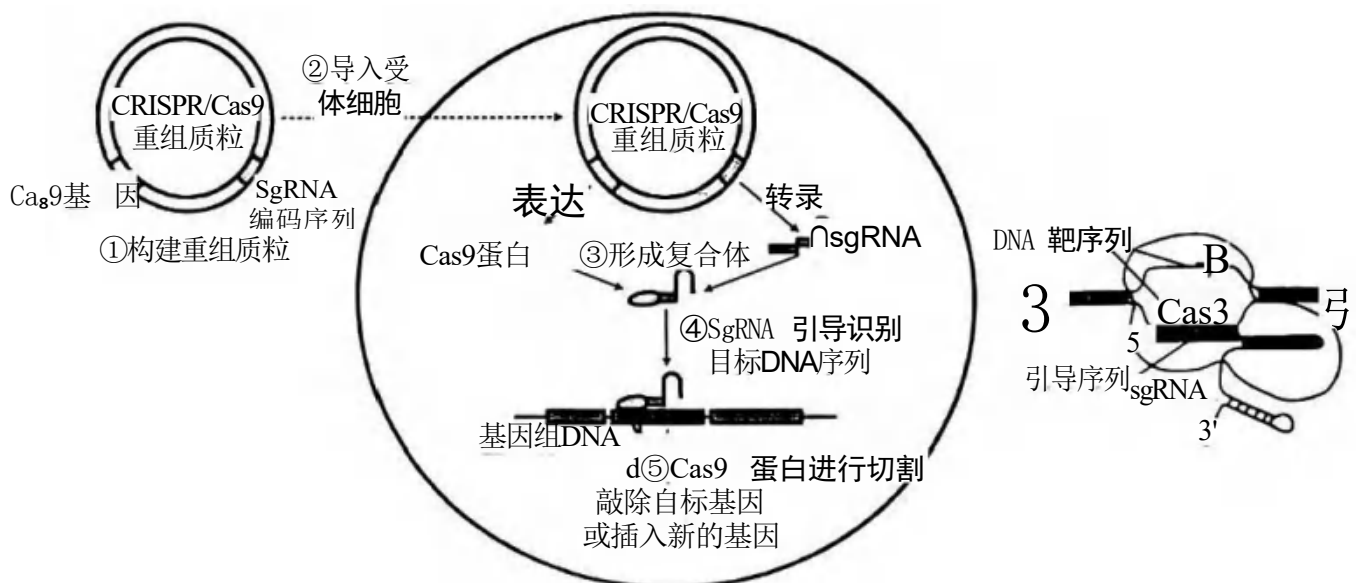


图10

- A. 普通小麦是二倍体作物，只需敲除一个TaMLO基因即可实现稳定抗病性
- B. 该实验中，sgRNA的主要功能是切割目标DNA序列，从而实现基因编辑
- C. CRISPR/Cas9 识别目标DNA 序列主要与Cas9 蛋白的特异性相关
- D. 通过CRISPR/Cas9 敲除 TaMLO基因需要断开4个磷酸二酯键

15. 乳糖操纵子是大肠杆菌中一个著名的基因表达调控模型，它控制着乳糖的代谢。乳糖操纵子主要由三个结构基因组成。该模型的基本机制为：在没有乳糖时，抑制物结合到操纵子，阻止 $\beta$ -半乳糖苷酶基因表达，表现出酶活性低或无(-)；有乳糖时，乳糖会与抑制物结合，使其脱离操纵子， $\beta$ -半乳糖苷酶基因表达，酶活性高(+)。研究人员分离出大肠杆菌乳糖操纵子的突变株A和B，并在不同的培养基条件下测试了 $\beta$ -半乳糖苷酶的活性。实验结果如下表所示：

菌株类型	乳糖(+/-)	$\beta$ -半乳糖苷酶活性(+/-)
野生型大肠杆菌	-	-
、野生型大肠杆菌、	+	+
突变株A	-	+
突变株A	+	+
突变株B	-	-
突变株B	+	-

根据上述实验结果，下列叙述最合理的是

- A. 突变株A的 $\beta$ -半乳糖苷酶基因结构一定发生了突变，导致酶的活性不受乳糖调控
- B. 突变株B的 $\beta$ -半乳糖苷酶基因结构一定发生了突变，导致酶的活性完全丧失
- C. 突变株A的抑制物基因可能发生突变，抑制物不能结合乳糖，仅能结合操纵子
- D. 突变株B的抑制物基因可能发生突变，抑制物不能结合乳糖，仅能结合操纵子

## 二、非选择题：本题共5小题，共55分。

16. (11分) 锌(Zn)是植物生长发育必需的微量元素，具有调节光合作用、参与叶绿素合成等重要功能。然而，过量的Zn进入叶绿体会影响叶绿素的合成，阻碍PS II (光系统II)到PS I (光系统I)的电子传递效率，抑制光合作用，阻碍植物的生长和发育，造成重金属胁迫。苦楝是一种亚热带常见的乡土树种，具有较强的生态适应性。探究苦楝在Zn胁迫下光合作用的响应和适应机制，为筛选修复重金属污染植物提供理论依据。

(1)Zn胁迫下，叶绿体中Mg易被重金属取代，干扰\_\_\_\_\_ (色素种类)合成过程，影响植物对光的吸收。

(2)重金属胁迫同时直接作用于卡尔文循环，导致光反应中对光能的利用下降，光能过剩导致植物的PSII光抑制现象，组成PSII的D1蛋白在重金属胁迫条件下易发生光化学破坏。光系统II经过进化形成一套防止光系统II被破坏的修复机制，主要由以下四步组成，选出修复机制顺序正确的是\_\_\_\_\_：

- ①快速合成D1蛋白前体
- ②受损的D1蛋白从PSII复合体上脱离下来

③D1 蛋白前体合成后快速插入到类囊体膜结构中连接PSII 中的组分

④D1蛋白经过磷酸化、二硫键形成等修饰后稳定PSII

- A. ②①③④      B. ①③②④      C. ④①②③      D. ①②④③

因此，PSII 光抑制的发生实际上是PSII 损伤速度\_\_\_\_\_（填“高于”“低于”或“等于”）其修复速度。为明确胁迫条件下产生的活性氧 (ROS) 对 D1 蛋白的破坏作用发生于修复过程还是损伤过程，研究者先用D1蛋白合成抑制剂处理苦楝植物叶片，再用ROS 处理，结果并未导致PSII 破坏程度加剧，说明\_\_\_\_\_

也从另一方面说明ROS 抑制了PS II 活性的修复从而导致光抑制。

(3)植物光保护的机制有：叶绿体运动、热耗散 (NPQ, 将多余光能以热能形式消散)、环式电子传递、光呼吸等。研究发现，Zn 胁迫的60天，低浓度Zn 作用下苦楝依然能保持较高光合作用能力，为进一步明确光损伤和光保护之间的关系，研究将60天Zn 胁迫处理下，光保护路径热耗散和光系统光损伤指标Y(NO) 之间的相关性进行分析，结果如图11。

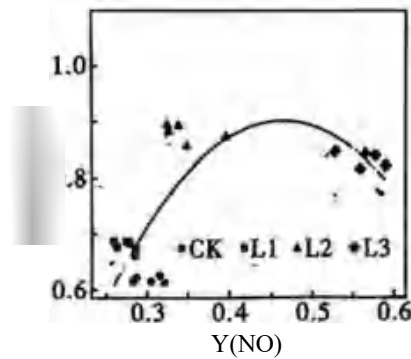


图11

注：CK、L1、L2、L3分别表示土壤0、100、300、500mg/kg 的Zn 处理水平。

结果表明，对比L1 和 L2 处理，热耗散NPQ 和 Y(NO) 呈\_\_\_\_\_（填“正相关”或“负相关”）；与L2 相比，L3 处理下热耗散NPQ 和 Y(NO) 呈\_\_\_\_\_（填“正相关”或“负相关”）。结合叶绿体的形态与分布，推测苦楝叶片在强光条件下的适应性特征：\_\_\_\_\_（答2点）。

(4)土壤重金属污染已成为全球性环境问题，综合分析，下列措施不适合用于彻底有效解决土壤重金属污染的措施有\_\_\_\_\_ . 多选。

- A. 人工或者机械挖掘移除受重金属污染的土壤，填入未污染的土壤
- B. 在重金属污染土壤中使用土壤改良剂或者重金属钝化剂等化学物质
- C. 通过改变污染土地的耕作方式、土壤性质等降低植物对重金属的吸收概率
- D. 利用生物富集作用种植苦楝等大生物量、对重金属有耐性和吸收能力的木本植物，并进行回收处理



17(11分)“蓝碳”是利用海洋活动及海洋生物吸收大气中的CO<sub>2</sub>，并将其固定、储存的过程。黄河三角洲湿地是“蓝碳”生产的重要部分。图12是某生态系统碳元素流动模型，图中数字表示生理过程或化学反应过程。回答下列问题：



图12

(1) 在海岸带生态系统的营养结构中，红树林和藻类植物属于第一营养级，该营养级同化能量的去向为\_\_\_\_\_、流向分解者和流向下一营养级。作为生态系统的组成成分，从能量流动的角度分析，它们的作用是\_\_\_\_\_。

(2) 生态系统的基本功能是\_\_\_\_\_。红树林湿地对废水具有较大的净化能力，但大量污水排入红树林后，会导致湿地生态系统退化，说明生态系统的自我调节能力是有一定限度的。

(3) “碳中和”是指通过植树造林、节能减排等形式，抵消CO<sub>2</sub>排放总量，实现相对“零排放”。用图12中的数字序号间的数量关系，构建“碳中和”数学模型：\_\_\_\_\_。

(4) 图13为某海岸湿地的部分能量流动图[单位：MJ/(m<sup>2</sup>·a)]。

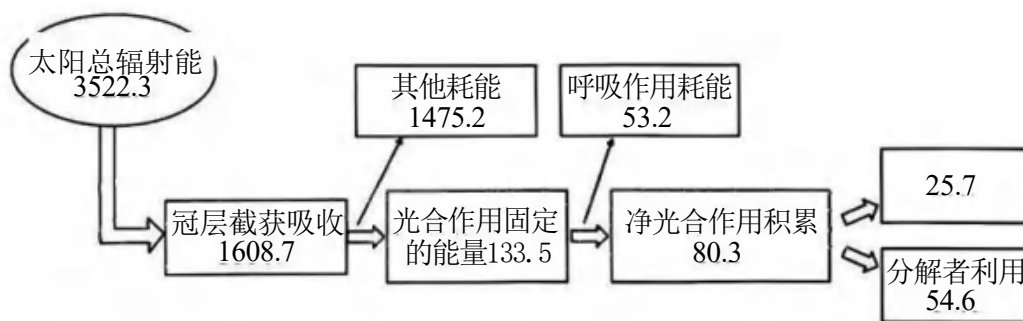


图13

由图可知，用于该湿地植被生长、发育、繁殖的能量为\_\_\_\_\_MJ/(m<sup>2</sup>·a)。第一营养级流向分解者的能量包括第一营养级的残枝败叶和\_\_\_\_\_。该湿地第一营养级和第二营养级间的能量传递效率为\_\_\_\_\_%(结果保留至小数点后两位)。

18. (11分)肺动脉高压(PAH)是一种心血管疾病，临床表现为肺血管阻力增加，肺动脉压力升高，PAH患者的右心室由于负担过重会出现衰竭现象。研究者为了探究其发病机制及治疗方案，进行了相关研究。

(1) 研究者将适量野百合碱(MCT)注射给大鼠，损伤其肺内皮细胞，从而构建了PAH模型鼠，用于实验组的探究，则对照组大鼠的处理方法应为\_\_\_\_\_。

(2) PAH患者会出现血氧饱和度下降的现象，此时机体会出现的调节现象有\_\_\_\_\_ (多选)。

- a. 交感神经兴奋，心率加快，心脏泵血量提高
- b. 促红细胞生成素EPO(刺激红细胞的生成)分泌增多
- c. 呼吸中枢被抑制，呼吸变慢变浅
- d. 局部毛细血管扩张，提高组织血流量

(3)NLRP3 是一种炎性小体，研究者发现MCT 处理的大鼠体内的NLRP3 明显高于对照组，进而导致右心室细胞凋亡、纤维化等，具体机理与过程如图14所示。

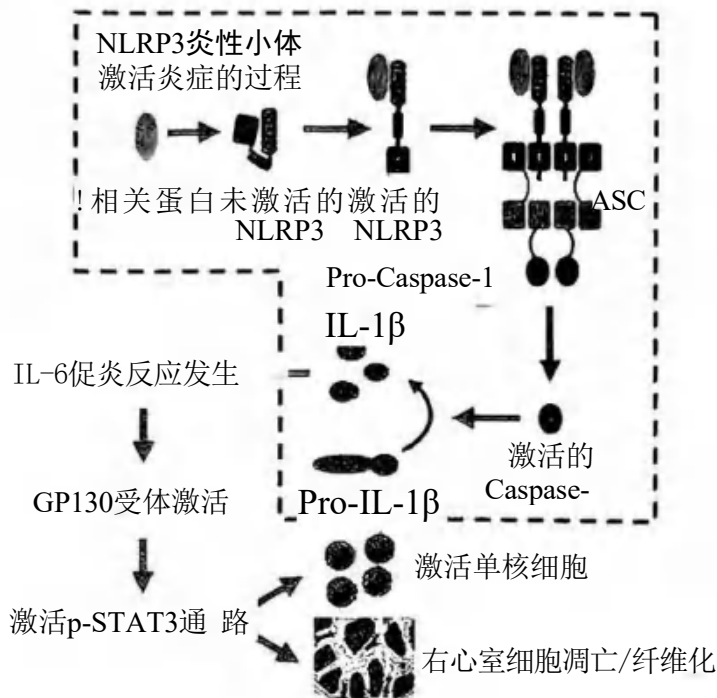


图14

①选取合适的检测指标，以表征 NLRP3 介导的炎症反应是否被激活是该研究中的重要一环，据图可选取的表征指标可以为激活的NLRP3、\_\_\_\_\_（填写 2 种）。

②用于治疗 PAH 的一种药物SC-144 为 GP130 拮抗剂，据图分析其治疗机理为\_\_\_\_\_。

(4) 临床证明 MCC950 是一种NLRP3 抑制剂，可有效治疗PAH。为证明 MCC950 通过抑制单核细胞驱动的心肌细胞损伤来保护心肌细胞，用不同处理方式的单核细胞与心肌细胞共培养进行验证，请完善如下实验设计：

甲组：适量从PAH 模型鼠体内分离出的单核细胞+新生心肌细胞共培养；

乙组：适量从PAH 模型鼠体内分离出的单核细胞+\_\_\_\_\_+新生心肌细胞共培养；

丙组：\_\_\_\_\_+新生心肌细胞共培养。

一段时间后，检测健康心肌细胞数量，若结果为乙组与丙组明显高于甲组，则得以证明。

19. (11分) 科研人员就水稻的抗病性问题进行了育种和分子水平抗性机理等多方面研究，请分析回答下列问题：

I. 在水稻抗条纹叶枯病品种武陵粳1号的回交育种中，轮回亲本是武育粳3号(表示为W)，非轮回亲本是镇稻88(表示为Z)。科研人员将纯合Z 与纯合W 进行杂交后获得F<sub>1</sub>，采用连续回交的方法，将相关抗病基因转移到W 中，育成武陵粳1号(表示为L)。F<sub>1</sub> 连续回交多代获得植株L 的过程如图15：

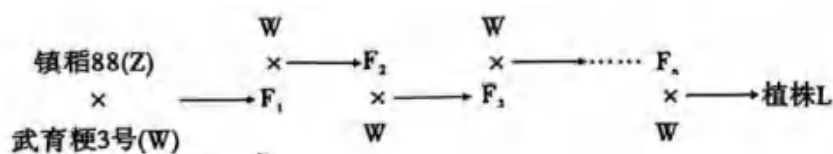


图15

(1) 据此分析, 多代回交后子代所含基因中镇稻88 (Z) 基因数量的变化是\_\_\_\_\_ (填“增加”“减少”或“不变”), 多代回交的价值是\_\_\_\_\_。

(2) 进一步研究发现, 镇稻88 (Z) 的3号染色体上A 基因的表达产物靶向促进水稻抗病毒免疫中关键基因的表达, 增强水稻的抗病毒能力(表型简称为“强抗病”)。Z 的3号和11号染色体上分别有一个失活基因 $r_1$  和  $r_2$  (正常基因为 $R_1$  和  $R_2$ ), 两正常基因共同表达时, 才能使A 基因的表达产物具有活性, 从而更有效地促进水稻的抗病毒免疫。武育粳3号(W) 的3号和11号染色体上对应的基因分别为a、 $R_1$  和  $R_2$ 。

①据此分析, 上述基因中遵循自由组合定律的是\_\_\_\_\_。

②若选择 $F_2$  代中所有强抗病植株完成回交, 子代中强抗病植株的比例为\_\_\_\_\_。

## II. 另一组科研人员通过实验探究水稻抗条纹病毒 (RSV) 的调控机制。

(1) 茉莉酸 (JA) 参与调节水稻抗RSV。实验显示转录因子Y 的表达水平在水稻感染RSV 后显著上调。用外源JA 处理接种RSV 的水稻幼苗, 一段时间后检测植株中的病毒蛋白积累量, 结果如图16。实验结果表明JA \_\_\_\_\_水稻对RSV 的抗性, 转录因子Y \_\_\_\_\_水稻对RSV 的抗性。

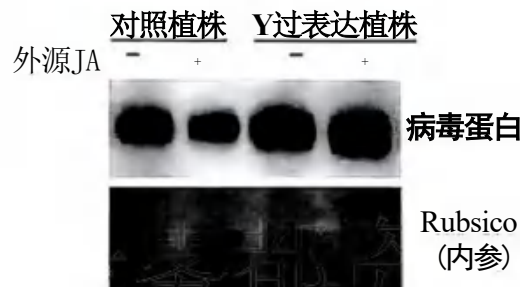


图16

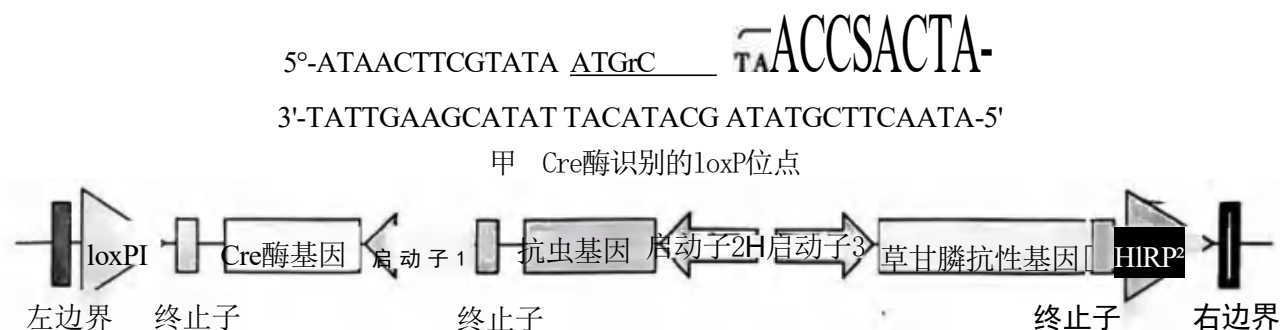
(2) S 是 JA 信号通路中的关键转录因子。荧光素酶 (LUC) 可分为无活性的N 端和C 端两段蛋白, 两者在空间上靠近时可恢复酶活性。研究者将表达N 端的基因 (nLUC) 与 S 基因融合, 将表达 C 端的基因 (cLUC) 与 Y 基因融合, 构建表达载体导入烟草叶片, 48小时后加入底物检测荧光信号, 结果如下表:

组别	导入基因	荧光信号 (“+”表示有、“-”表示无)
甲	cLUC-Y融合基因+nLUC基因	-
乙	cLUC基因+nLUC基因	-
丙	?	+
丁	cLUC基因+nLUC-S融合基因	-

表中“?”处导入的基因为\_\_\_\_\_。实验结果说明Y 可与S 结合, 理由是\_\_\_\_\_。

20. (11分) 水稻害虫和田间杂草极大地影响了稻米的产量和品质, 利用基因工程技术手段培育抗虫、抗除草剂水稻可以减少因虫害和草害造成的稻米产量损失, 但人们对基因工程技术存在着安全问题上的担忧。水稻害虫主要通过啃咬、钻蛀水稻的绿色组织如叶片、茎秆危害水稻, 而人类的食用部分主要为水稻种子的胚乳部分。因此, 某科研团队渴望利用Cre/loxP 系统, 培育出能够特异

删除种子胚乳中外源基因的转基因抗虫抗草甘膦水稻品系，解决对转基因水稻食品安全的担忧且保证水稻抗性。loxP 是一段34个碱基对的DNA序列，结构如图17甲所示。Cre 酶能催化 loxP 位点间的 DNA进行位点特异性重组，具体过程为Cre 酶特异性识别loxP 序列，并在图中“ ” “▲” 所示位置进行切割：、而后介导能够互补配对的DNA 片段的修补。



乙 表达载体T-DNA区的结构示意图

图17

- (1) Cre 酶作用过程中，能催化 \_\_\_\_\_ 键的断裂与形成。
- (2) loxP 具有方向性，这由图甲中的序列 \_\_\_\_\_ (填序号) 决定。图乙中某条 DNA 单链上 loxP1 的对应序列为 5'-ATAACTTCGTATA ATGTATGC TATACGAAGTTAT-3'，则该链上，loxP2 的对应序列为 5'-ATAACTTCGTATA \_\_\_\_\_ TATACGAAGTTAT-3'。
- (3) 基因表达载体中的抗虫基因和草甘膦抗性基因的模板链是 \_\_\_\_\_ (填“相同的”“不同的”或“不确定是否相同的”) DNA 单链。为实现精准表达与敲除，启动子1、2、3依次为 \_\_\_\_\_ (填字母) (a. 强启动子 b. 绿色组织特异性启动子 c. 胚乳中特异性表达的启动子)。该团队将目的基因导入水稻愈伤组织细胞(受体细胞)的方法是 \_\_\_\_\_。
- (4) 提取野生型植物和转基因植物的叶肉细胞、胚乳细胞的总RNA，分别以草甘膦抗性基因、抗虫基因和 Cre 酶基因的序列为依据设计引物进行RT-PCR (逆转录PCR)，扩增后电泳，结果整理如下表所示，初步证明该转基因植株符合预期。

① 利用RT-PCR 对抗虫基因表达情况进行检测，有关引物必须考虑 \_\_\_\_\_ (多选)。

- A. 与抗虫基因两端序列的结合具有特异性
- B. 引物的5'端添加限制性核酸内切酶识别序列
- C. 引物长度、GC含量及在PCR反应体系中的浓度
- D. 引物之间及引物内部是否有连续的碱基互补配对

② 完善实验结果，a、b 依次为 \_\_\_\_\_。

植株类型	细胞类型	草甘膦抗性基因	抗虫基因	Cre酶基因
野生型	叶肉细胞	-	-	-
	胚乳细胞	-	-	-
转基因	叶肉细胞	+	+	a _____
	胚乳细胞	b	-	+

注：“+”代表检测结果为阳性，“-”代表检测结果为阴性。

# 生物学参考答案

一、选择题：本题共15小题，每小题3分，共45分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	D	A	C	B	B	B	C	D
题号	9	10	11	12	13	14	15	
答案	C	D	B	C	D	D	D	

## 【解析】

1. A、B、C 均为固体培养基，D 为液体培养基。
2. 通过ATP的合成和水解，使放能反应所释放的能量用于吸能反应，此过程被称为ATP-ADP循环，细胞中ATP-ADP循环转换速度快，细胞内ATP维持在相对稳定水平。在细胞内，ATP形成后1分钟就被消耗掉，体现循环转换速度快，A正确；一个静卧的人24h内消耗约40kg ATP，未体现循环转换速度快，B错误；在细胞培养液中加入 $^{32}\text{P}$ ，一段时间后检测部分ATP有放射性，说明P参与ATP合成，部分ATP是重新合成的，C错误；肌肉细胞滴加葡萄糖不收缩，滴加ATP发生明显收缩，说明ATP是直接能源物质，而葡萄糖不是，D错误。
3. TREM2是跨膜蛋白受体，跨膜蛋白加工和运输与内质网和高尔基体有关，A正确；TREM2缺失的小胶质细胞无法正常“修剪”突触，细胞分枝减少膜面积减少、吞噬能力下降等相关功能活动减少，能量需求下降，葡萄糖的消耗速率应降低，B正确；神经元是神经系统结构和功能的基本单位，神经胶质细胞辅助神经元作用，C错误；TREM2缺失的小胶质细胞表现出形态上的分枝减少、功能上的吞噬能力下降以及炎症反应增强等特点，D正确。
4. 线粒体是细胞有氧呼吸的主要场所，不能进行无氧呼吸，A正确；细胞色素c释放至细胞质基质后，Cyt C与Apaf-1结合，募集Caspase9前体，形成凋亡体，B错误；据题中信息分析，线粒体内膜嵴的动态变化影响细胞色素c蛋白的释放，类比生物膜系统结构和功能，C正确；激活癌细胞的Caspase3或Caspase7，促进细胞凋亡，可作为研制抗癌药物的新思路，D正确。
5. 由图可知，不同的地雀都是由南美洲地雀这一共同祖先进化而来，它们是不同的物种，A错误；每一种地雀都有其特定的觅食场所，这些场所分布在不同的小岛上，其喙的大小、形状、尺寸等存在差异，这是各小岛上不同食物作用的结果，该因素在地雀的进化过程中

- 起到了选择作用，B 正确；在长期的进化历程中，各个小岛上的地雀的突变是不定向的，有利突变和不利突变都有，只是在环境的选择作用下有利突变被保留下来，C 错误；突变（基因突变和染色体变异）和基因重组、自然选择、隔离是新物种形成的三个基本环节，D 错误。
6. 据图，受体阻断剂A 使用后心率变快，符合交感神经占主导地位时的特征，因此A 阻断的是副交感神经的作用，A 正确；细胞外液钾离子浓度升高会使心肌起搏细胞的静息电位绝对值变小，从而使心肌起搏细胞更容易形成动作电位，于是心脏搏动更快，自主节律性更明显，B 错误；由图和题意，受体阻断剂 A 与 B 同时施用时的心率为固有心率，大小为100次/分，安静时的心率比固有心率低，C 正确；若被试者心率为90次/分，则低于固有心率，说明此时让心率变慢的副交感神经作用更强，D 正确。
7. 本实验中空白对照组应该是未作任何处理的甲组，A 错误；综合分析丙组出现图I 结果是因为 EPA 提高了糖尿病模型鼠的胰岛素分泌量，B 错误；若本实验的糖尿病模型鼠是由于长期缺乏EPA 而得以构建，则甲组与乙组对比时运用了减法原理，乙组与丙组对比时运用了加法原理，C 正确；据题意，EPA 的作用应该是降低谷氨酸的含量，避免胰岛B 细胞的凋亡，故丙组谷氨酸含量与胰岛B 细胞凋亡率相较于乙组应该更低，D 错误。
8. 据实验2结果分析，CTK 氧化酶基因AtCKX1 和 AtCKX2 的作用是使CTK 被氧化进而减少，故Y1 与 Y2 的 CTK 含量应低于WT， 但根据根和叶片的数据来看，含量具有差异，A 错误；根据表格可以总结出CTK 减少后对根的生长有利而对叶片的生长不利，故给Y1 与 Y2施用CTK 类似物(不会被CTK 氧化酶分解)后，叶片数量会增加，而根的数量会下降，B 错误；根据图发现野生型拟南芥的根生长速率比最大值小，而与最大值对应的最适CTK 浓度相比，野生型的CTK 浓度更高，C 错误；敲除野生型拟南芥所有的CTK 受体基因意味着CTK 不再起作用，相当于CTK 浓度为0的状态，据图此时根的生长速率极低，故被严重抑制，若只敲除某个受体基因，就相当于适当降低了 CTK 浓度，从而更接近最适浓度，则根的生长会明显增强，D 正确。
9. 该群落演替是退耕农田自然演替，属于次生演替，发生在火山岩上的演替为初生演替，其群落演替的起点不同，A 正确；对于群落中个体较大、数量有限的物种可采用记名计算法统计其相对数量，B 正确；据图分析，第30年至第50年乙种群密度的变化是不能确定的，因为相对多度是指群落中某一种植物的个体数占该群落所有植物个体数的百分比，不能表示绝对数量，C 错误；该农田退耕前后的变化，说明人类活动可以改变群落演替的速度和方向，D正确。
10. 如果发酵产物是微生物细胞本身，可采用过滤沉降等方法将菌体分离和干燥，即可得到产品。柠檬酸为代谢物，需根据其性质采取适当的提取、分离和纯化措施来获得产品，D 错误。

11. 宜选择 MII 期卵母细胞作为核移植的受体细胞, A 正确。小鼠孤雄单倍体胚胎干细胞只含一个染色体组, 性染色体组成可能有 X、Y, XX、YY (有丝分裂后期), 不可能为 XY, B 错误。
12. 图甲结果表明, 无抗生素时, 两类金黄色葡萄球菌的竞争力不同, 加入的两类菌菌液的起始浓度和体积要相等, 才能排除两类菌初始数量对实验结果的影响, A 正确; 图乙第3d 后, 敏感菌的密度高于耐药菌的原因可能是耐药菌释放的蛋白 L 能明显缓解抗生素对敏感菌繁殖的抑制, B 正确; 为解释蛋白 L 能否缓解抗生素对敏感菌繁殖的抑制, 则需要检测图甲和图乙培养体系中抗生素和蛋白 L 复合物的浓度, 才能解释推测的正确性; C 错误; 据图丙可知, 当铜绿假单胞菌存在时, 加入抗生素以后金黄色葡萄球菌的耐药菌和敏感菌的密度相差不大, 则说明种间竞争会缓解两类菌间的种内竞争, D 正确。
13.  $F_2$  比例之和为16, 推知羽色性状由两对等位基因控制, 且符合自由组合定律。题干表明当 AI 与 ai 中某一个基因纯合时为白羽, 由于 AI 与 ai 等价, 则如下讨论假设 aia i 纯合时为白羽(假设 AIAI 纯合时为白羽也可以得到相同结论)。若假设 B/b 基因位于 Z 染色体上, 则亲本纯合蓝灰羽雄鸽基因型为 AIAIZBzB, 纯合白羽雌鸽基因型为 aiaizw, 则  $F_1$  为 AlaiZBz (浅灰羽雄鸽)、AlaiZBw (蓝灰羽雌鸽), 与题干不符。假设 AI/ai 基因位于 Z 染色体上, 则亲本纯合蓝灰羽雄鸽基因型为 BBZAlzA, 纯合白羽雌鸽基因型为 bbZaiw, 则  $F_1$  为 BbZAZai、BbZAw, 均为浅灰羽, A 错误;  $F_2$  个体与 AI/ai 相关的基因型为 ZAlzA、zAlzi、zAlw、zaiw, 各占 1/4, 则 ai 的基因频率为 2/6 (1/3), B 错误; 亲本白羽雌鸽基因型为 bbZiw,  $F_2$  中白羽为 3B\_zaiw:1bbZiw, 相同比例为 1/4, C 错误;  $F_2$  中蓝灰羽雄鸽的基因型为 BBZAZA:BBZAZa=1:1, 红棕羽雌鸽基因型为 bbZAw, 因此后代白羽只有雌性 (ZaiW), 占比为  $1/2 \times 1/4 = 1/8$ , D 正确。
14. 普通小麦是六倍体植物, 含有多个 TaMLO 同源基因, 需要同时敲除多个基因才能实现高效抗病, A 错误; sgRNA 的主要功能是引导 Cas9 蛋白识别目标 DNA 序列, 而不是切割 DNA, B 错误; CRISPR/Cas9 识别目标 DNA 序列主要与 SgRNA 编码序列有关, C 错误; 在 TaMLO 基因两端实现精准切割以敲除靶基因, 据图可知双链断裂需要断开 2 个磷酸二酯键, 故总共需要断开 4 个磷酸二酯键, D 正确。
15. 根据题目和表格信息, 可知: 野生型大肠杆菌: 在无乳糖条件下 (-):  $\beta$ -半乳糖苷酶活性 (-), 说明抑制物结合到操纵子, 阻止基因表达; 在有乳糖条件下 (+):  $\beta$ -半乳糖苷酶活性 (+), 说明乳糖与抑制物结合, 导致其脱离操纵子, 基因表达被激活。突变株 A: 无论是否有乳糖,  $\beta$ -半乳糖苷酶活性均为 (+)。说明该菌株的基因持续表达, 不受乳糖调控。可能的突变位点: 抑制物基因发生突变, 导致抑制物无法结合操纵子, 使操纵子始终处于开启状态, A、C 错误。突变株 B: 无论是否有乳糖,  $\beta$ -半乳糖苷酶活性均为 (-)。说明该菌株无法合成  $\beta$ -半乳糖苷酶, 可能是由于操纵子始终处于关闭状态。可能的突变位点: 抑制物突变, 使其无法与乳糖结合, 因此始终结合在操纵子上, 导致  $\beta$ -半乳糖苷酶基因无法表达, 也可能操纵子基因本身异常, 无法表达, B 错误、D 正确。

**二、非选择题：本题共5小题，共55分。**

16. (除特殊标注外，每空1分，共11分)

(1) 叶绿素

(2) A(2分) 高于 ROS 不会加速 D1 蛋白的损伤/分解/降解或ROS 作用于D1 蛋白的合成过程

(3) 正相关 负相关

叶绿体椭球体侧面朝向光源；叶片栅栏组织(接近上表皮)中叶绿体较海绵组织(接近下表皮)中的叶绿体少(含义接近即可给分，2分)

(4) ABC(2分，漏选1分，错答或多选0分)

17. (除特殊标注外，每空2分，共11分)

(1) 自身呼吸作用以热能形式散失(加未被利用的能量亦给分)(1分)  
通过光合作用，将太阳能固定在它们所制造的有机物中(1分)

(2) 能量流动、物质循环、信息传递(1分)

(3) ⑩=①+②+③+④

(4) 80.3 下一营养级粪便中的能量 19.25

18. (除特殊标注外，每空2分，共11分)

(1) 注射等量生理盐水(1分)

(2) abd (全对2分，未答全1分，有错0分)

(3) ①Pro-Caspase-1、 激活的Caspase-1、IL-1 $\beta$ 、ASC (任答两个，1个1分)

②SC-144 抑制GP130 与其受体结合从而无法激活受体(1分)，进而无法激活p-STAT3 通路，右心室细胞凋亡率或纤维化程度降低(1分)

(4) MCC950 处理 等量的从对照组大鼠体内分离出的单核细胞

19. (除特殊标注外，每空1分，共11分)

I.(1) 减少

大幅降低来自Z 与抗病性无关的基因比例，缩小候选基因的范围

(2) ①A/a 与 R<sub>2</sub>/r<sub>2</sub>、R<sub>1</sub>/r<sub>1</sub> 与 R<sub>2</sub>/r<sub>2</sub>(2分)

②1/2(或50%)(2分)

II. (1) 提高 降低

(2) cLUC-Y 融合基因+nLUC-S 融合基因

与其他组相比，仅丙组检测到荧光，说明LUC 的 N 端和 C 端在空间上靠近，恢复了酶活性，两者靠近是由Y 与 S 结合导致的(2分)



**【解析】** I. (1) 通过多代回交会增加后代中 W 的基因的数量，而逐渐减少后代中的基因数目，因而通过多代回交并结合后代的表现型，通过大量的观察找到 Z 中的相关基因，即连续回交可大幅降低来自 Z 与抗病性无关的基因比例，缩小候选基因的范围。

(2) ① 题意显示，A/a 基因和 R<sub>1</sub>/r<sub>1</sub> 位于 3 号染色体上，R<sub>2</sub>/r<sub>2</sub> 位于 11 号染色体上，遵循自由组合定律的基因是非同源染色体上的非等位基因，即 A/a 与 R<sub>2</sub>/r<sub>2</sub>、R<sub>1</sub>/r<sub>1</sub> 与 R<sub>2</sub>/r<sub>2</sub>。

②

P: Z  $\frac{A}{r_1} \frac{A}{r_1} \frac{r_2}{r_2}$  × W  $\frac{a}{R_1} \frac{a}{R_1} R_2 R_2$  (纯合子 Z、W)

F<sub>1</sub>  $\frac{A}{r_1} \frac{a}{R_1} \frac{r_2}{R_2}$  ×  $\frac{a}{R_1} \frac{a}{R_1} R_2 R_2$

F<sub>2</sub> 强抗病  $\frac{A}{r_1} \frac{a}{R_1} R_2 R_2$  :  $\frac{A}{r_1} \frac{a}{R_1} \frac{r_2}{R_2}$  × W  $\frac{a}{R_1} \frac{a}{R_1} R_2 R_2$

1

F<sub>3</sub> 强抗病植株

$$\frac{A}{r_1} \frac{a}{R_1} \frac{r_2}{R_2} = \frac{1}{2} \frac{A}{r_1} \times 1 \frac{a}{R_1} \frac{r_2}{R_2}$$

II. (1) 转录因子 Y 的表达水平在水稻感染 RSV 后显著上调，由图中可以看出，Y 过表达植株用外源 JA 处理后积累更多，表明转录因子 Y 降低水稻对 RSV 的抗性，JA 提高水稻对 RSV 的抗性。

(2) 从表中可以看出只有丙组出现荧光信号，且结果说明 Y 可与 S 结合，说明只有丙组导入的是 nLUC-S 融合基因和 cLUC-Y 融合基因，才能使无活性的 N 端和 C 端两段蛋白在空间上靠近从而恢复酶活性。所以结果说明 Y 可与 S 结合，理由是与其它组相比，仅丙组检测到荧光，说明 LUC 的 N 端和 C 端在空间上靠近，恢复了酶活性，两者靠近是由 Y 与 S 结合导致的。

20. (除特殊标注外，每空 1 分，共 11 分)

(1) 磷酸二酯

(2) ② ATGTATGC

(3) 不同的 cba (2 分，顺序不能错) 农杆菌转化法

(4) ① ACD (2 分) ② -、- (2 分)