2024 北京海淀高三一模

生　　物

2024.04

本试卷共 10 页，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，将本试卷和答题卡一并交回「

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.乳酸菌、黑藻叶肉细胞、人体小肠上皮细胞虽形态各异，但它们也有共同之处，表现在

A.有细胞膜和核膜　　B.可进行有丝分裂

C.以 DNA 作为遗传物质　　D.线粒体中进行能量转换

2.端粒是染色体末端的一段 DNA 片段。端粒酶由 RNA 和蛋白质组成，该酶能结合到端粒上,以自身的 RNA 为模板合成并延伸端粒 DNA。在正常情况下，端粒酶只在不断分裂的细胞中具有活性。下列有关端粒酶的叙述，正确的是

A.仅由 C、H、O、N 四种元素组成　　B.催化过程以 4 种脱氧核苷酸为底物

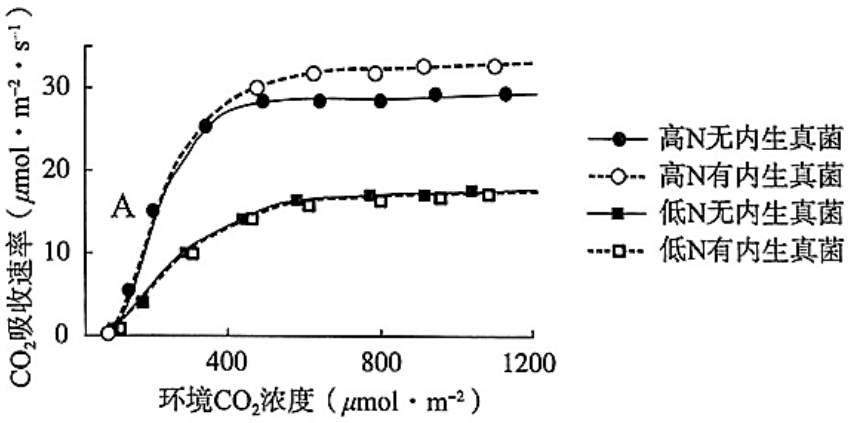
C.组成成分都在核糖体上合成　　D.在所有细胞中均具有较高活性

3.新生无毛哺乳动物体内存在一种含有大量线粒体的褐色脂肪组织，褐色脂肪细胞的线粒体内膜含有蛋白质 U。蛋白质 U 不影响组织细胞对氧气的利用，但能抑制呼吸过程中 ADP 转化为 ATPO 据此推测当蛋白质 U 发挥作用时

A.葡萄糖不能氧化分解　　B.只在细胞质基质中进行无氧呼吸

C.细胞中会积累大量的 ATP　　D.可大量产热，维持体温

4.内生真菌生活在植物体内，植物为内生真菌提供光合产物和矿物质，内生真菌呼吸产生的 CO_2 可供植物利用。在恒定光照强度下，研究人员测定了土壤不同 N 元素含量及有无内生真菌对植物光合速率的影响，结果如下图所示。下列相关分析，不正确的是



A.土壤含 N 量及 CO_2 浓度都是影响光合速率的环境因素

B.内生真菌呼吸产生的 CO_2 可进入植物叶绿体基质参与暗反应

C.图中 A 点制约植物光合速率的主要环境因素是光照强度

D.在土壤高 N 含量下内生真菌可提高植物的光合速率

5.C 品系果蝇仅在 X 染色体上存在 D 基因，使其具有棒眼性状，果蝇中 D 基因纯合会致死。用 X 射线照射大量雄果蝇，为检测照射后的这批雄果蝇 X 染色体是否发生突变，使它们与 C 品系雌蝇交配。选择 F_1 中若干棒眼雌蝇与正常雄蝇杂交，统计发现 F_2 中雌蝇与雄蝇之比约为 3:1。下列有关杂交实验的分析，不正确的是

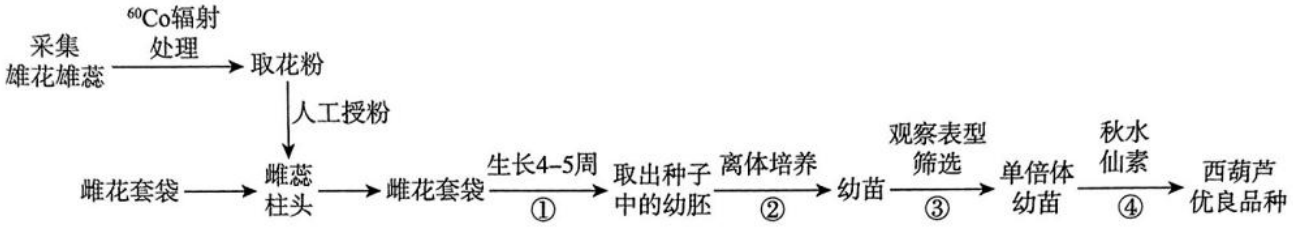
A.雄果蝇均不携带 D 基因

B.在 X 射线这种物理因素作用下可损伤果蝇细胞内的 DNA

C.上述杂交实验的 F_1 中棒眼果蝇占 1/2

D.X 射线可能引发部分雄果蝇 X 染色体上出现隐性纯合致死基因

6.^{60}Co 辐射可使部分花粉活力降低，通过受精过程可诱导卵细胞发育成单倍体幼胚。科研人员利用此原理，通过下图所示操作培养西葫芦优良品种。



下列相关叙述不正确的是

A.雌花套袋的目的是防止外来花粉的干扰

B.经②得到的部分幼苗体细胞染色体数目可能与④获得的品种相同

C.④处理可在有丝分裂前期抑制纺锤体的形成

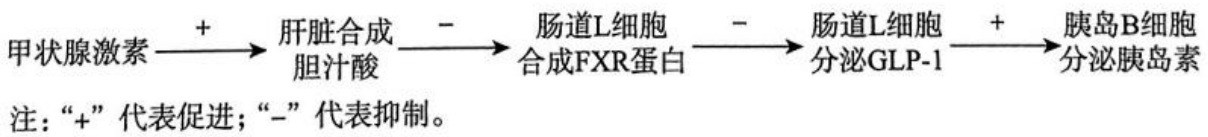
D.③应挑选幼苗中叶片大、茎秆粗壮的个体即为单倍体

7.A 地三色堇主要依靠 B 地昆虫传粉，在 20 年中，A 地的三色堇花朵小了 10%,花蜜产量减少 20%,自花授粉的比例增加了 25%,传粉昆虫造访减少，同时期 B 地的昆虫也在大量减少。下列相关叙述不正确的是

A.三色堇和传粉昆虫间可能存在协同进化　　B.A 地三色堇发生的变化是自然选择的结果

C.三色堇中与自花授粉有关基因的频率升高　　D.自花授粉有利于增加三色堇的遗传多样性

8.GLP-1 是肠道 L 细胞分泌的一种化学物质。GLP-1 可受甲状腺激素调控并参与血糖调节，相关机制如下图。



注："+"代表促进；"−"代表抑制。

下列相关叙述，正确的是

A.图中甲状腺激素通过神经和体液共同调节 GLP-1 的分泌

B.激活肝脏的甲状腺激素受体可能有助于治疗糖尿病

C.甲状腺激素促进 GLP-1 分泌引发血糖升高

D.胰岛素分泌引起的血糖变化刺激下丘脑，引发副交感神经兴奋

9.为解决白洋淀地区鸭养殖的污染问题，某地采取稻田养鸭模式。在水稻生长期进行 70 天稻鸭共作，之后改为鸭棚集中圈养，所产粪便污物用于厌氧发酵。下列叙述不正确的是

A.水稻、鸭子、厌氧微生物共同组成了该稻田群落

B.鸭在稻田捕食害虫、取食杂草，有利于水稻生长

C.利用圈养所产鸭粪进行厌氧发酵促进了物质循环

D.稻田养鸭模式体现了生态工程的自生和整体原理

10.高海拔区气候寒冷，植被覆盖度较低，团状福禄草种群密度高、年龄结构为增长型。低海拔地区气候温暖，植被覆盖度高，团状福禄草种群年龄结构为衰退型。下列相关分析不正确的是

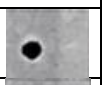
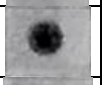
A.若气候变暖团状福禄草种群中幼年个体的比例降低

B.若气候变暖会引发团状福禄草种群更多分布于低海拔处

C.低海拔地区团状福禄草在种间竞争中可能处于劣势

D.团状福禄草的种群衰退会影响高山生态系统稳定性

11.橄榄油的主要成分是甘油三酯。研究者利用“橄榄油平板透明圈法”筛选获得两株产脂肪酶的菌株 X 和 Y,检测结果如右表。下列相关叙述不正确的是

	酶活性 (U· mL-1)	透明圈
空白		
菌株 X	6.9	
菌株 Y	7.7	

A.可将样液梯度稀释后涂布于平板进行筛选

B.培养基中的橄榄油提供微生物生长的碳源

C.图中透明圈大小仅与酶活性的大小成正比

D.以上两株菌株均可将脂肪酶分泌至细胞外

12.下列有关高中生物学实验的叙述，合理的是

A.取大蒜根尖依次经过解离、染色、漂洗、制片以观察细胞的有丝分裂

B.将滤纸条上的滤液细线浸入层析液中以分离绿叶中的色素

C.用胰蛋白酶处理离体的动物组织，以获得分散的单个细胞

D.在待测样品中加入二苯胺试剂并加热，以检测其中的蛋白质含量

13.某科学小组探索长寿花组织培养过程中外植体的消毒条件，实验结果如下表。下列分析不正确的是

2%次氯酸钠处理时间（min）	8			10			12		
75%酒精处理时间（min）	20	30	40	20	30	40	20	30	40
污染率（%）	25.6	21.1	13.3	22.2	16.7	12.2	20	17.8	8.9
褐化率（%）	0	0	8.9	0	5.6	14.4	7.8	16.7	16.7

注：褐化是指培养材料在组培过程中向培养基中释放褐色物质，并变褐死亡的现象。

A.消毒处理时间越长，组织培养成功率越高

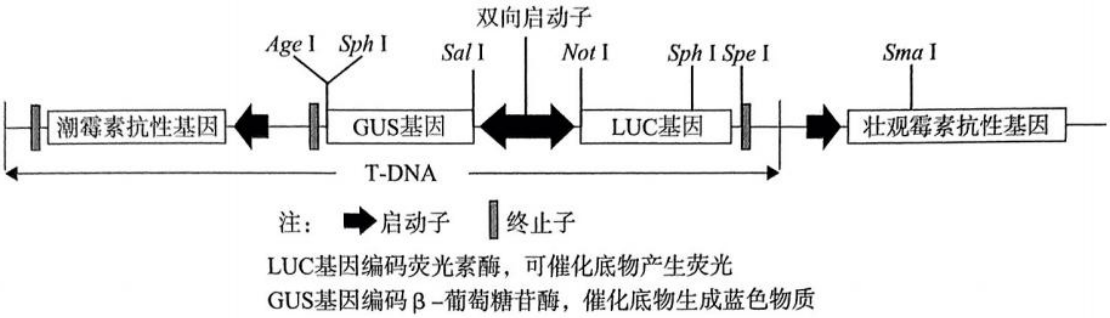
B.消毒处理时间越长，外植体的污染率越低

C.诱导培养外植体脱分化为愈伤组织的过程中一般不需要光照

D.组织培养过程中提高生长素与细胞分裂素的比例有助于生根

14.双向启动子可同时结合两个 RNA 聚合酶来驱动下游基因的表达，研究人员构建了下图所示的表达载体，

以检测双向启动子作用效果。下列分析不正确的是



LUC基因编码荧光素酶，可催化底物产生荧光

GUS基因编码β-葡萄糖苷酶，催化底物生成蓝色物质

A.可用农杆菌转化法将构建好的表达载体导入植物细胞

B.为连入 GUS 基因，需用 *Sal* I 和 *Sph* I 酶切已整合了双向启动子及 LUC 基因的质粒

C.在培养基中添加壮观霉素可筛选出成功导入表达载体的微生物受体细胞

D.可通过观察是否出现荧光和蓝色物质确认双向启动子的作用

15.下列关于健康生活方式的认识，科学合理的是

A.酸性体质不利于健康，应大量摄入碱性食物

B.食用乙烯催熟的香蕉导致人体性激素紊乱

C.剧烈运动后迅速大量补充纯净水

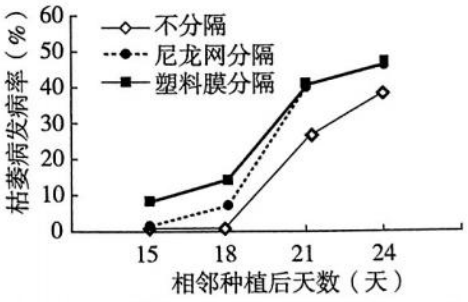
D.规律作息，避免熬夜引起机体免疫力下降

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16.（10 分）

间作是指在同一田地上于同一生育期内，分行相间种植两种或两种以上作物的种植方式。为研究旱作水稻与西瓜间作对西瓜枯萎病的影响，研究者进行了系列实验。



注：水分、养分、微生物可通过尼龙网，根系则不能通过。

图 1

（1）西瓜枯萎病由尖孢镰刀菌引起，尖孢镰刀菌的菌丝可进入西瓜叶片组织，造成叶片枯萎，大量减产。从种间关系角度分析，二者的关系为_____。

（2）研究者将相邻种植的旱作水稻和西瓜之间的土壤分三组进行处理，相关处理及实验结果如图 1。不分隔与塑料膜分隔分别模拟了____。据图 1 可知，与其他两组相比，尼龙网组发病率____。

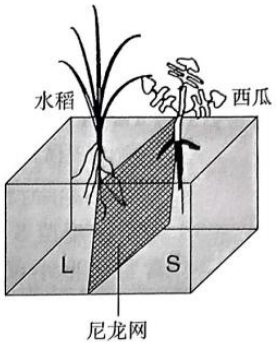
（3）为研究相关机制，研究者进行了下列实验。

①用图 2 所示装置种植水稻和西瓜。L 侧水稻幼苗地上部分单独密闭在充有 $^{14}CO_2$ 气体的容器中,装置底部土层整体密封防止 $^{14}CO_2$ 泄露。一段时间后，S 侧西瓜叶片中检测出放射性。根据上述实验推测水稻根部可_____，通过土壤扩散至西瓜，进入西瓜体内发挥作用。

②为验证上述推测，将水稻根浸泡在无菌蒸馏水中一段时间后，提取溶液中的物质，鉴定后分别将其中的

主要成分施加于接种了尖抱镰刀菌的培养基中，结果如下表。

施加浓度 (mg • L^{-1})	尖抱镰刀菌菌落直径（mm）	
	香豆酸	阿魏酸
0	65.03	65.03
0.25	63.57	65.88
0.5	61.39	67.65



据表中信息，分析尼龙网组与塑料膜组发病率产生差异的原因是_____。

③推测尼龙网组与不分隔组发病率差异的原因为_____。

（4）研究发现间作土壤中加入丛枝菌根真菌（AMF）可提高西瓜枯萎病抗性。AMF 可与多种植物共生，通过菌丝桥可将植物的根连接起来。利用上述装置探究 AMF 提高西瓜枯萎病抗性的机制，实验组在 L 侧接种 AMF 菌液，对照组_____。检测 S 侧西瓜叶片中的放射性，结果如图 3。据图 3 推测 AMF 提高西瓜枯萎病抗性的机制为_____。

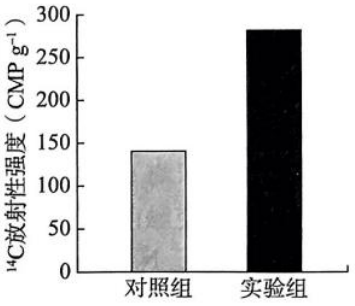


图 3

17.（12 分）

慢性乙型肝炎由乙肝病毒（HBV）感染引起，HBV 在患者体内持续存在且含量较高，不易治疗。为研发能够治疗 HBV 的疫苗，科研人员进行了系列实验。

（1）科研人员用 HBV 外壳蛋白 E 肽免疫正常小鼠，小鼠体内的抗原呈递细胞将 E 肽作为抗原吞噬、处理、呈递给____细胞，通过体液免疫途径产生 E 抗体，抑制 HBV 对机体细胞的____。但使用 E 肽免疫患病小鼠，自然条件下其体内 E 抗体的产量很低。

（2）为治疗慢性乙肝，科研人员利用转基因技术获得了 E-B 细胞（识别 E 肽，可产生 E 抗体的 B 淋巴细胞），用 E 肽对应的 DNA 序列设计了治疗性疫苗 S。为检测疫苗 S 的作用效果，以慢性乙肝患病小鼠为材料，分组进行下表所示处理，检测结果见图 1。

组别	处理
I	无
II	移植 E-B 细胞
III	移植 E-B 细胞并在 0、13、27 天注射疫苗 S

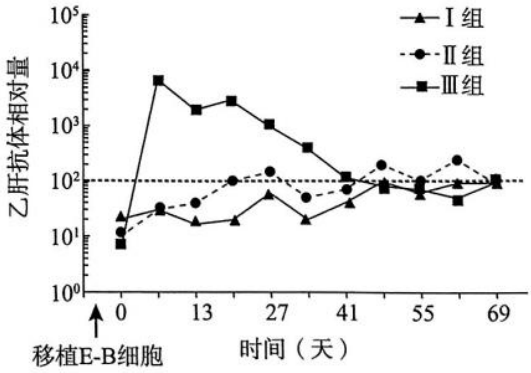


图 1

①比较 I、II 组检测结果，说明移植 E-B 细胞不能治疗慢性乙肝，推测在患病小鼠体内移植的 E-B 细胞_____。

②检测发现 69 天时上述各组小鼠体内仍存在较高浓度的 HBV。对比 II、III 组结果，科研人员依据_____,推测由于体内 HBV 浓度很高，影响了疫苗 S 发挥作用，不能持续治疗慢性乙肝。

（3）为验证疫苗 S 发挥作用是否受 HBV 影响，科研人员对正常野生型小鼠和 HBV 含量高的患病小鼠均注射疫苗 S,检测体内 B 细胞的分化情况，结果如图 2。据图分析，患病小鼠体内由于 HBV 含量高,_____,导致疫苗效果不佳。

（4）结合本研究，请提出一种提高治疗性疫苗 S 效果的方案_____。

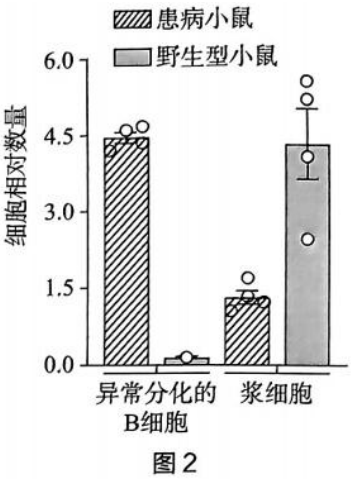


图 2

18.（12 分）

高等动物的学习、记忆功能与海马脑区神经元的突触联系有关。

（1）小鼠海马脑区神经元突触后膜上分布 A 受体和 N 受体，二者均为离子通道（图 1 甲）。对突触前神经元施加单次刺激后，传入神经末梢释放的_____与两种受体结合（图 1 乙），Na^+通过 A 通道内流导致突触后膜的电位变化，促进 K^+解除 N 通道处 Mg^{2+}的阻碍,进而 K^+_____,引发 Na^+和 Ca^{2+}通过 N 通道内流。

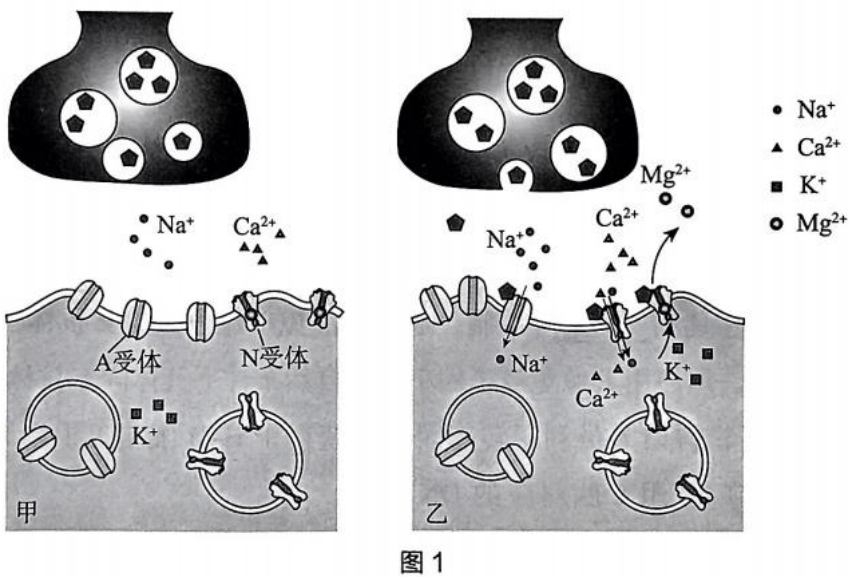


图 1

（2）基于上述机理，研究人员对突触前神经元施加高频强刺激（TBS）,测量 TBS 施加前后，给予单次刺激时 A 受体及 N 受体引发的突触后膜电位最大值，结果如图 2。①图 2 结果显示_____,表明该突触传递的信号强度在施加 TBS 后增强,这种现象称为 LTP。

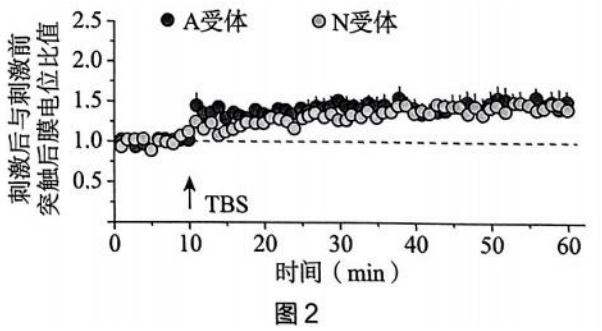


图 2

②进一步研究发现，LTP 出现的原因是：施加 TBS,A 受体被激活进而引发的膜电位变化持续时间增长，引

起更多_____流入突触后神经元，引发镶嵌有 N 和 A 受体的囊泡转运至突触后膜并与细胞膜融合，从而_____的数量。

（3）研究人员推测 N 受体向突触后膜的转运影响 A 受体及 N 受体引发的 LTP,A 受体向突触后膜的转运仅影响 A 受体引发的 LTP。为验证该推测，利用离体培养的海马区神经元进行下表所示实验。

组别	处理 I	处理 II 及检测指标	实验结果
对照组	无	i.测量 A 受体引发的膜电位：进行相关处理，检测施加 TBS 前后的膜电位最大值。 ii.测量 N 受体弓|发的膜电位：加入__②③__,检测施加 TBS 前后的膜电位最大值。	i.升高 ii.升高
实验组 1	b		i. __④__ ii. __⑤__
实验组 2	__①__		i. __⑥__ ii. __⑦__

a.N 受体膜转运抑制剂　　b.A 受体膜转运抑制剂

c.N 受体抑制剂　　d.A 受体抑制剂

e.低浓度 Mg^{2+}的人工脑脊液　　f.正常浓度 Mg^{2+}的人工脑脊液

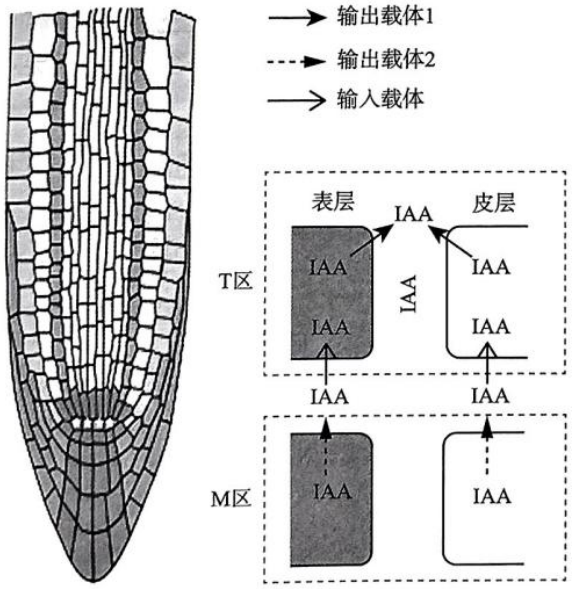
请将上述选项依次填入表格的①~③处:_____（选填选项前的字母）,以完善该实验。

若该推测正确，则④~⑦处实验结果依次为_____。

（4）基于以上研究，说明 LTP 的生物学意义____。

19.（12 分）学习以下材料，回答（1）~（4）题。

铝对植物的毒害及植物的抗铝机制



铝是地壳中含量最丰富的金属元素，地球上多达 50%的可耕地为酸性土壤，酸性条件下地壳中的铝以可溶性三价离子的形式被释放出来，抑制植物根的生长发育。植物也通过一些机制减轻铝的毒害作用

植物根尖的 T 区（介于分生区和伸长区之间的过渡区，如图）与根生长密切相关，是响应铝毒害的主要部位。M 区是细胞分裂的重要区域。对双子叶植物拟南芥的研究发现，铝毒害可诱导大量乙烯产生，引起生长素合成的关键基因在 T 区特异性表达，同时多种参与生长素极性运输载体的表达也受到调控，引起 T 区生长素含量升高。此过程中，参与拟南芥生长素极性运输的主要有输出载体 1、2 和输入载体，其分布和运输生长素的方向如图。铝毒害时，三种载体的表达量均升高。输入载体的缺失突变体及输出载体 2 缺失突变体均表现出耐铝表型，但输出载体 1 功能缺失突变体却表现为对铝超敏感。单子叶植物（如玉米）在铝毒害下根伸长也受抑制，但其根尖生长素含量下降，输出载体 Z 的表达量升高。铝毒害下输出载体 Z 功能缺失突变体的根伸长快于野生型。这表明铝对单、双子叶植物产生毒害的机制可能存在差异。

同时，很多植物在进化过程中还形成了多种抗铝机制。小麦、拟南芥、大豆等植物根尖细胞存在苹果酸转运蛋白（ALMT），铝离子可引发 ALMT 空间结构变化，使其孔道打开，细胞向外分泌苹果酸等有机酸可螯合根际土壤中的铝离子。再有，铝毒害还可引起 ALMT 基因的表达量上升或转运蛋白在根中的重新分布。

有关植物对铝毒害的信号感知与调控机制的研究不断深入，这些为未来开展作物分子育种设计和可持续农业发展提供了理论支撑。

（1）生长素_____运输，称为极性运输。

（2）研究显示乙烯位于生长素调控上游，下列支持该论点的证据有_____。

A.乙烯处理后，生长素输出载体 2 和输入载体的表达增加

B.外源施加生长素极性运输阻断剂使植株呈明显的耐铝表型

C.加入乙烯合成抑制剂，可减弱铝毒害下 T 区生长素合成相关基因的表达

D.铝毒害时，乙烯受体突变体 T 区的生长素合成基因表达量低于野生型

（3）据文中信息，分别阐释铝毒害对双子叶、单子叶植物根生长抑制的作用机制。

①双子叶植物（如拟南芥）：_____,导致 T 区中生长素浓度较高，根生长受抑制。

②单子叶植物（如玉米）：_____,从而造成根生长受抑制。

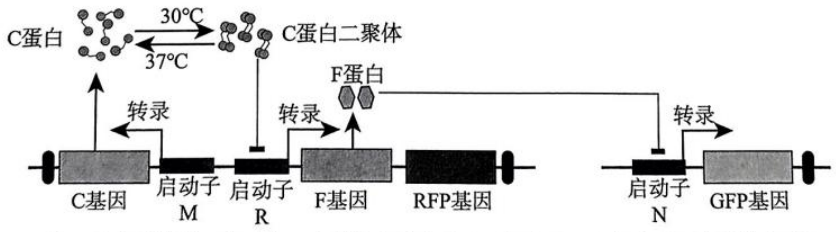
（4）结合文中信息，选择单子叶或双子叶作物之一，提出培育耐铝作物的思路。

20.（12 分）

温度是影响微生物生长的重要因素，科研人员应用基因工程以实现通过温度控制工程菌合成所需物质。

（1）大肠杆菌是一种常见的微生物，常被改造为基因工程菌，其原因包括_____（写出 2 点）。

（2）为实现温度控制蛋白质合成，科研人员设计了方案 1,构建表达载体（见图 1）,将其导入大肠杆菌，获得转基因工程菌。大肠杆菌在 30℃和 37℃均可生长和繁殖，当培养温度为 30℃时，C 基因编码的 C 蛋白形成二聚体,_____,因而大肠杆菌表达_____荧光蛋白。



注：⊥表示抑制；启动子 M 为持续表达启动子，启动子 R 和启动子 N 为受控启动子，GFP 基因编码绿色荧光蛋白，RFP 基因编码红色荧光蛋白，▮代表终止子。

图 1

（3）为更精准调控荧光蛋白表达，将上述表达载体改造为方案 2 中的载体（见图 2）。与方案 1 相比，方案 2 的主要优势是____。

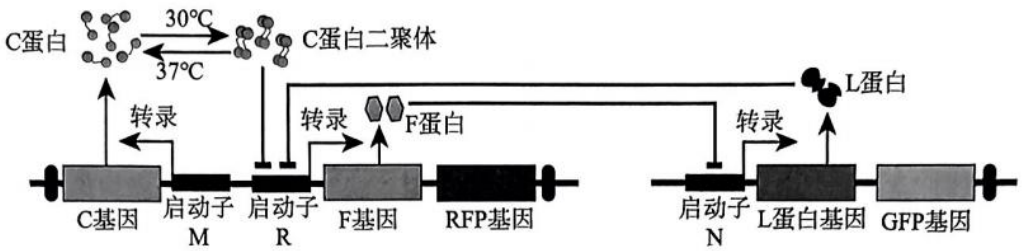


图 2

（4）为检测方案 2,科研人员将该方案中的工程菌稀释涂布在固体培养基上，形成单菌落,培养温度周期控制见图 3。依据方案 2,每个菌落生长 2 天后可出现 4 个不同的荧光环带,请预测图 4 所示菌落每个环带的工程菌中荧光蛋白表达情况，在下面表格中按时间顺序,依次写出所表达荧光蛋白的颜色。

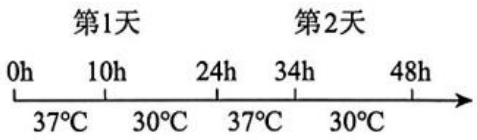


图 3

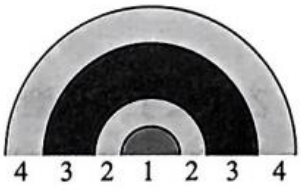


图 4

e

菌落环带	1	2	3	4
所表达荧光蛋白的颜色		绿、红、绿		

（5）聚轻基脂肪酸酯（PHA）常用于制备可降解的塑料包装材料。PHA 是一种生物大分子,可由单体分子 3HB 和 4HB 随机聚合，或通过分段聚合形成嵌段共聚物（见图 5）,其中嵌段共聚物性能更优。共聚物的合成过程如图 5。请完善以下表格，通过改造方案 2 以实现应用工程菌大规模生产优质 PHA（不考虑各种酶在不同温度下的活性差异）。

操作	目的
对方案 2 表达载体的改造为：_____。 将构建好的表达载体导入大肠杆菌，获得工程菌。	获得可以合成 PHA 的菌。
以葡萄糖为原料配置培养基，灭菌后加入上述工程菌。	配制培养基、接种。
控制发酵条件：_____。	发酵 48 小时，获得 3HB 比例为 25%的嵌段共聚物。

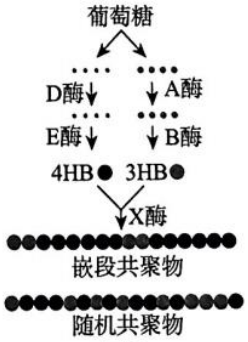


图 5

21.（12 分）

野生型棉花种子有短绒毛，经济价值较高的栽培棉花品种甲的种子有长绒毛。突变体棉花乙种子无绒毛，可简化制种过程。为研究棉花种子绒毛性状的遗传机制，研究者进行了系列实验。

组别	杂交组合	F_1 表型	F_2 表型及分离比
I	甲×野生型	全为短绒毛	短绒毛：长绒毛=3:1
II	乙×野生型	全为无绒毛	无绒毛：短绒毛=3:1
III	甲×乙	全为无绒毛	无绒毛：长绒毛=3:1

（1）研究者用上述棉花品种进行下表所示杂交实验，杂交结果如下表。

组别杂交组合 F1 表型 F?表型及分离比

①棉花种子绒毛的长、短为一对相对性状，控制此性状的基因（A/a）位于 8 号染色体。

据杂交组合 I 判断，长绒毛性状受一对等位基因中的____性基因控制。

②据杂交组合 II、III,推测决定种子无绒毛性状的基因与 A/a 基因之间可能的位置关系：_____。

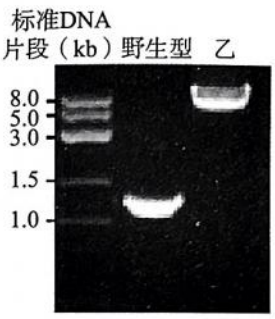


图 1

（2）检测发现，乙中位于 8 号染色体的 A 基因上游 DNA 序列与野生型存在显著差异。研究者设计特异性引物并分别对两种棉花 DNA 进行 PCR 扩增，检测结果如图 1。推测种子无绒毛是 A 基因上游插入了一个约 6.8kb 的片段导致，证据是____。

（3）研究者推测插入片段仅通过促进与其在同一条染色体上的基因表达来调控绒毛性状。请从①~⑥选择合适的植物材料与操作，为验证上述推测提供两个实验证据，写出相应组合，并描述转基因实验组和非转基因对照组的实验结果。

①野生型植株　　②棉花乙植株

③完全敲除 8 号染色体的插入片段　　④敲除 8 号染色体的 A 基因（不包括插入片段）

⑤将插入片段导入非 8 号染色体　　⑥将 A 基因（不包括插入片段）导入非 8 号染色体

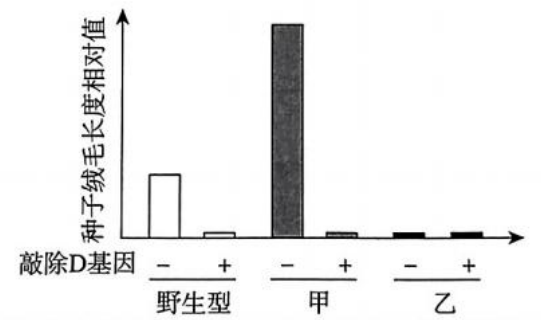


图 2

（4）长链脂肪酸合成基因 D 促进绒毛伸长。为研究 A 基因和 D 基因调控棉花绒毛长度的机制，实验处理及结果如图 2。

综合上述信息，任选野生型、甲植株、乙植株中的一种，阐释棉花种子绒毛性状的调控机制____。

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。

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

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16.（10 分）

（1）寄生

（2）间作与单独种植

15～21 天高于不分隔组且低于塑料膜组，21 天后与塑料膜组相等且高于不分隔组

（3）①释放物质

②水稻根系释放的香豆酸可抑制尖刀镰孢菌的增殖

③尼龙网组的 L 侧与 S 侧根系无直接接触

（4）在 L 侧接种等量灭菌后的 AMF 培养液

AMF 可通过菌丝桥将水稻与西瓜的根连接起来，将水稻根释放的物质运输至西瓜叶片

17.（12 分）

（1）辅助性 T　侵染

（2）①几乎没有被激活

②Ⅲ组 41 天后抗体量低至与Ⅱ组的抗体量相近

（3）B 细胞异常分化，无法产生浆细胞、记忆细胞和乙肝病毒抗体

（4）先使用 HBV 单抗降低 HBV 抗原含量，再施加疫苗 S（合理即可）

18.（12 分）

（1）神经递质　外流

（2）①TBS 刺激后，A 受体及 N 受体施加单次刺激引发的突触后膜电位最大值增大

②Ca^{2+}（或“Ca^{2+}和 Na^{+}”）　增加突触后膜 A 受体和 N 受体

（3）a d e　略升高、升高、略升高、不变

（4）促进学习和记忆，有利于更好地适应环境

19.（12 分）

（1）从形态学上端运输到形态学下端

（2）ACD

（3）①乙烯升高，T 区生长素合成基因表达升高，生长素合成增加；输出载体 2 和输入载体将生长素从 M 区运输至 T 区细胞

②在生长素输出载体 Z 的作用下，导致根尖生长素浓度过低

（4）单子叶：减弱或敲除输出载体 Z 功能；转入增强 ALMT 功能的基因或 ALMT 基因。

双子叶：减弱或敲除输出载体 2、输入载体功能；增强输出载体 1 功能；转入增强 ALMT 功能的基因或 ALMT 基因。

（写出其中之一即可）

20.（12 分）

（1）遗传背景清晰、转基因操作简单、繁殖速度快、易于培养等（任意 2 点即可）

（2）抑制启动子 R，F 蛋白不表达，解除 F 蛋白对启动子 N 的抑制　绿色

（3）30℃条件下减弱红色荧光蛋白表达带来的荧光干扰，且降低对绿色荧光蛋白表达的抑制

（4）

菌落环带	1	2	3	4
所表达荧光蛋白的颜色	红、绿、红、绿		红、绿	绿

（5）将 GFP 基因替换为 A、B 酶基因，RFP 基因替换为 D、E 酶基因，加入持续表达启动子连接的 X 酶基因

30℃发酵 12 小时，随后切换至 37℃发酵 36 小时

21.（12 分）

（1）①隐

②均位于 8 号染色体，与 A /a 位于相同位置；决定无绒毛性状的基因与 A 位于 8 号染色体的同一条染色体的不同位置且不发生交换

（2）棉花乙的 PCR 产物大小约 8.0kb，野生型的 PCR 产物大小约 1.2kb

（3）①⑤，实验组种子有短绒毛，①种子有短绒毛；

②③⑤，实验组种子有短绒毛，②种子无绒毛；

②④⑥，实验组种子有短绒毛，②种子无绒毛

（写出其中两种即可）

（4）野生型：D 基因促进绒毛伸长，A 基因抑制 D 基因，绒毛生长受抑制，短绒毛

甲植株：D 基因促进绒毛伸长，a 基因解除对 D 基因的抑制，绒毛生长不受抑制，长绒毛。

乙植株：D 基因促进绒毛伸长，插入片段促进 A 基因表达，进一步增强 A 基因抑制 D 基因，绒毛生长受完全抑制，无绒毛。

（写出其中之一即可）