2024 北京海淀高三二模

生　　物

2024.05

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。

1．百日咳是一种由百日咳杆菌感染引起的呼吸道传染病。下列关于百日咳杆菌的叙述，正确的是（　）

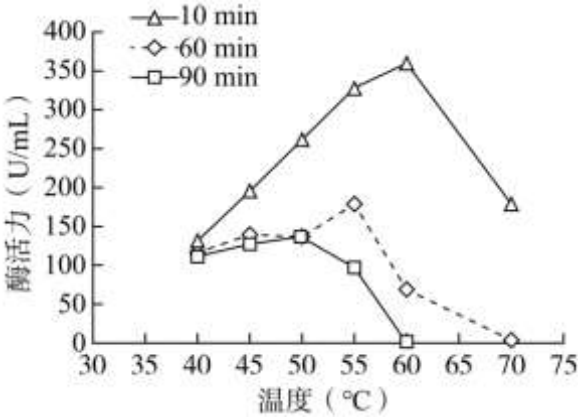
A．通过有丝分裂增殖

B．遗传物质彻底水解可产生 8 种碱基

C．可引发机体产生特异性免疫

D．通过线粒体进行有氧呼吸

2．为检测黑曲霉蛋白酶的热稳定性，科研人员在不同温度下分别处理酶液 10、60 及 90min，测定酶活力，结果如下图。下列关于该酶的叙述不正确的是（　）



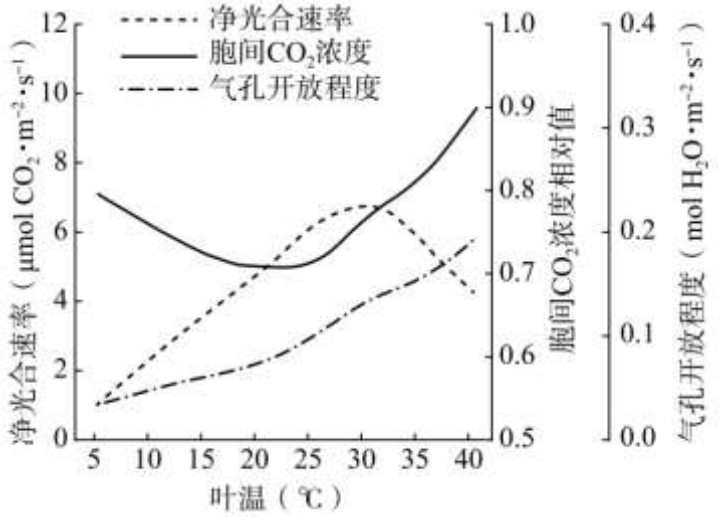
A．温度升高可改变其空间结构

B．若长期保存应置于 60℃

C．可将蛋白质水解为氨基酸或多肽

D．置于 70℃下 60min 后完全失活

3．环境适宜的条件下，研究人员测定某植物在不同温度下的净光合速率、气孔开放程度及胞间 CO_2 浓度，结果如下图。下列叙述不正确的是（　）



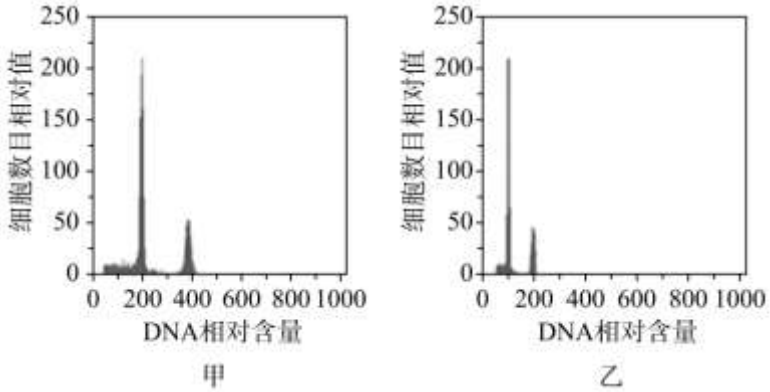
A．胞间 CO_2 进入叶肉细胞叶绿体基质被光合作用暗反应利用

B．5℃时，胞间 CO_2 浓度较高的原因可能是光合作用相关酶的活性较低

C．叶温在 30℃~40℃时，净光合速率下降主要是叶片气孔关闭所致

D．30℃下单位时间内有机物的积累量最大

4．研究者发现一种玉米突变体（S），用 S 的花粉给野生型二倍体玉米授粉，可结出一定比例的单倍体籽粒。检测所结甲、乙两个籽粒的幼胚中具有相应 DNA 含量的细胞数目，结果如下图。下列分析不正确的是（　）



A．甲是二倍体幼胚，乙是单倍体幼胚

B．甲、乙两籽粒中都有部分细胞正在进行 DNA 复制

C．乙中 DNA 相对含量为 200 的细胞可能处于有丝分裂前期

D．比较两图可确定单倍体幼胚的染色体来源于 S

5．研究人员用基因型为 AABB 与 aabb 的植株杂交产生 F_1。对 F_1 的花粉粒进行荧光标记，用红色荧光标记 A 基因，绿色荧光标记 B 基因。对 F_1 中有荧光的花粉粒统计其颜色及数目，结果如下表。

荧光颜色	黄色	绿色	红色
花粉粒数目	8000	499	501

注：红色荧光与绿色荧光叠加显示为黄色荧光。

下列分析不正确的是（　）

A．亲本的 A 与 B 基因在同一条染色体上　　B．A/a 基因的遗传遵循分离定律

C．F_1 的花粉粒中有一部分无荧光　　D．基因重组型花粉粒的占比约为 1/9

6．控制番茄叶型的基因位于 6 号染色体上。野外发现一株“三体”番茄含有三条 6 号染色体，其叶型正常。利用该“三体”正常叶番茄与马铃薯叶型的二倍体番茄杂交，F_1 均为正常叶型。选择 F_1 中的“三体”番茄与二倍体马铃薯叶番茄杂交，后代马铃薯叶植株占 1/6。下列相关分析，不正确的是（　）

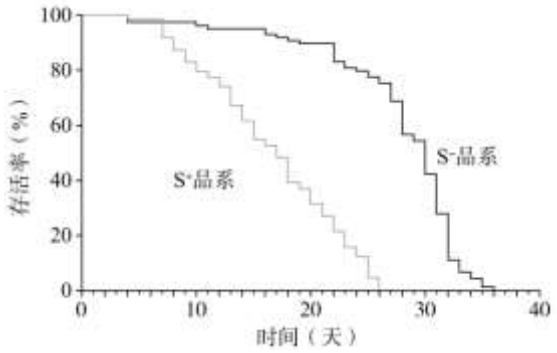
A．“三体”番茄存在染色体数目变异

B．马铃薯叶型对正常叶型是隐性性状

C．马铃薯叶型番茄的配子含一个染色体组

D．F_1 中“三体”蕃茄的配子含三条 6 号染色体

7．细菌 S 可寄生在豌豆蚜体内，携带 S 菌的豌豆蚜（S^+品系）与不携带 S 菌的豌豆蚜（S^-品系）相比，体重、体型及繁殖力有所增加，检测两品系存活时间如下图。用两品系豌豆蚜分别投喂其天敌龟纹瓢虫，测定相关数据如下表。以下分析不正确的是（　）

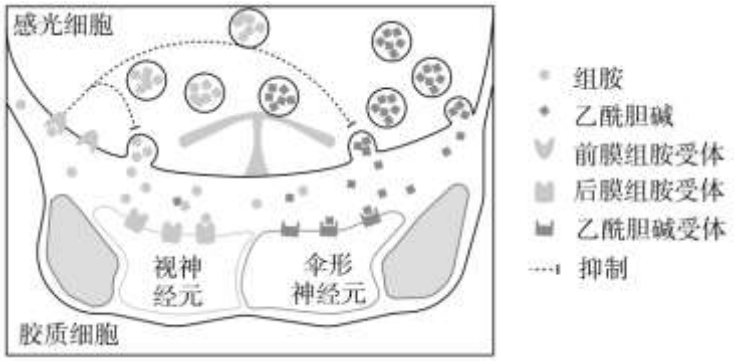


投喂品系 / 龟纹瓢虫	S^-品系	S^+品系
日最大捕食率	37.0	25.6
捕食耗时相对值	0.027	0.039
瓢虫幼虫体重（mg）	8.2	6.7

A．携带 S 菌的豌豆蚜寿命更短　　B．S^+品系更易被龟纹瓢虫捕食

C．S 菌、豌豆蚜及龟纹瓢虫存在协同进化　　D．龟纹瓢虫同化的能量来源于豌豆蚜

8．研究发现果蝇复眼的一种感光细胞同时释放组胺和乙酰胆碱两种神经递质，其中组胺与精细的运动视觉信号传递有关，乙酰胆碱则通过作用于伞形神经元来调节昼夜节律，其形成的突触结构及作用机理如下图。据此分析不正确的是（　）



A．伞形神经元、视神经元膜上的受体与不同的神经递质结合，可引发不同的生理效应

B．两种神经递质均以胞吐形式通过突触前膜释放

C．两种神经递质均只与突触后膜上的受体结合

D．感光细胞通过负反馈调节维持突触间隙适宜的组胺浓度

9．人体内的免疫细胞在免疫防御过程中发挥着重要作用，下列叙述不正确的是（　）

A．免疫细胞来自骨髓造血干细胞的分裂和分化

B．树突状细胞能够处理和呈递抗原

C．淋巴细胞不具有抗原呈递功能

D．巨噬细胞可识别外来病原体

10．千岛湖分布着众多岛屿，商陆是岛屿上的入侵植物，食果鸟取食商陆果肉有助于其种子繁殖和传播，研究发现周围空旷的岛屿被商陆入侵程度比周围密布小岛的岛屿更严重。下列叙述不正确的是（　）

A．商陆、食果鸟等岛上的所有生物共同构成了生物群落

B．食果鸟对商陆的取食减缓了商陆入侵

C．若岛屿物种丰富度较高，商陆入侵程度较轻

D．食果鸟的活动范围可影响商陆在不同岛屿的入侵程度

11．乙醇梭菌可利用氧化 H_2 释放的能量，以 CO 和氨水等为主要原料合成乙醇、蛋白质等有机物。我国科学家利用乙醇梭菌发酵，收集发酵产物和菌体，作为燃料和饲料。以下有关叙述不正确的是（　）

A．乙醇梭菌属于生态系统组成成分中的生产者

B．利用乙醇梭菌生产燃料和饲料体现了生物多样性的间接价值

C．以乙醇梭菌菌体蛋白作为饲料有助于提高能量利用率

D．使用乙醇梭菌发酵产物作为燃料有助于减少化石燃料导致的污染

12．研究者将 M 病毒膜蛋白注射小鼠，分离小鼠脾细胞并将其与 S 细胞融合，通过筛选获得单个稳定分泌单克隆抗体的杂交瘤细胞。下列相关叙述正确的是（　）

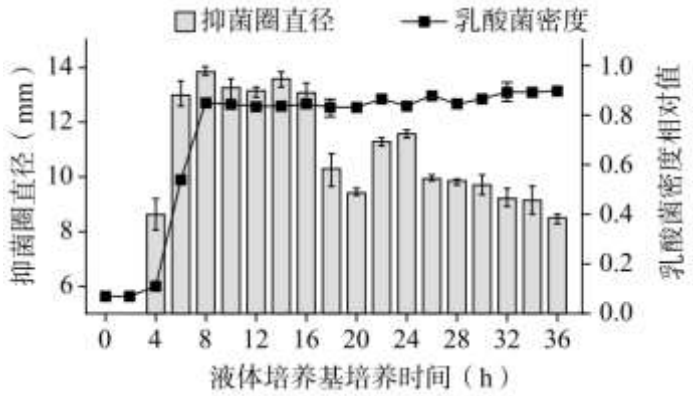
A．用动物细胞培养液培养 M 病毒，通过离心可获得膜蛋白作为抗原

B．可用 M 病毒膜蛋白多次免疫小鼠，以获得更多的浆细胞

C．S 细胞应具备产生抗体和无限增殖的能力

D．体外培养单个杂交瘤细胞获得大量抗体体现了细胞的全能性

13．细菌素是某些细菌产生的具有抑菌活性的多肽类物质，可代替食品防腐剂使用。研究人员将乳酸菌在液体培养基中发酵，取发酵液上清滴加到长有金黄色葡萄球菌的固体培养基的孔洞中，测定所形成的抑菌圈直径，结果如下图。下列叙述不正确的是（　）



A．固体培养基孔洞中滴加的上清液体积需保持一致

B．培养约 8h 收获细菌素相对节约成本

C．整个培养过程中上清液的抑菌活性与乳酸菌密度呈正相关

D．细菌素进入人体肠道可以被消化酶分解，安全性较高

14．体外培养发现绝大多数的克隆胚胎在囊胚阶段出现发育阻滞。Wnt 通路抑制剂处理克隆囊胚后，供体的核移植胚胎出生率可大幅提高。下列相关叙述不正确的是（　）

A．胚胎发育早期依次经历卵裂、囊胚和桑葚胚

B．动物克隆需用到动物细胞培养、核移植和胚胎移植等技术

C．Wnt 信号通路持续异常激活可阻碍克隆胚胎发育过程

D．胚胎发育过程中部分细胞的凋亡是基因选择性表达的结果

15．下列实验直接使用到无水乙醇的是（　）

A．绿叶中色素的提取　　B．菊花的组织培养

C．生物组织中脂肪的检测和观察　　D．还原糖的鉴定

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16．（12 分）

女性更年期雌激素水平下降，糖尿病发病率升高。为研究相关机制，研究者进行了系列实验。

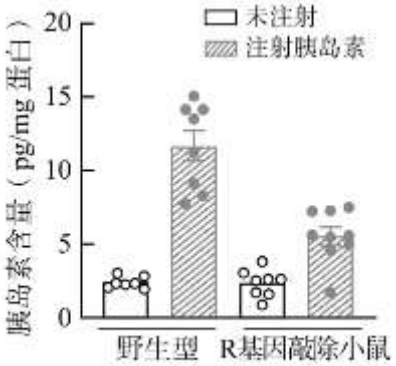


图 1

（1）雌激素有助于胰岛素对血糖的调节，胰岛素可促进血糖进入肝、肌肉并合成_____，进而降低血糖。

（2）研究者利用转基因技术获得了雌激素受体（R）基因敲除小鼠。向野生型和 R 基因敲除小鼠注射葡萄糖，短时间内检测发现两者血液中胰岛素水平的增加量相似。而向两种小鼠注射等量胰岛素 5 分钟后，检测骨骼肌组织中胰岛素含量，结果如图 1。结合以上信息，从胰岛素合成和运输的角度分析，说明雌激素_____。

（3）研究发现，骨骼肌血管内表面的细胞（内皮细胞）表达 R 蛋白。研究者推测雌激素通过调节内皮细胞相关基因表达，影响胰岛素发挥作用，进行了下列实验。

①为检测内皮细胞中受雌激素调节的基因，研究人员利用转 GFP-核糖体蛋白融合基因的小鼠进行如下实验：



图 2

施加雌激素引起内皮细胞中_____的种类及含量变化。通过分析比对，研究人员认为囊泡运输相关蛋白基因 S 为内皮细胞中受雌激素调节的重要靶基因。

②为验证上述结果，研究人员以骨骼肌血管内皮细胞为材料，进行了下表所示实验，结果如图 3。

组别	注射 RNA	转入基因	处理及检测
1	a	无	施加生理盐水或雌激素，检测 R 蛋白的含量、S 基因的转录量
2	与 R-mRNA 互补的 RNA	无	
3		b	
4		缺失核定位信号序列的 R 蛋白基因	

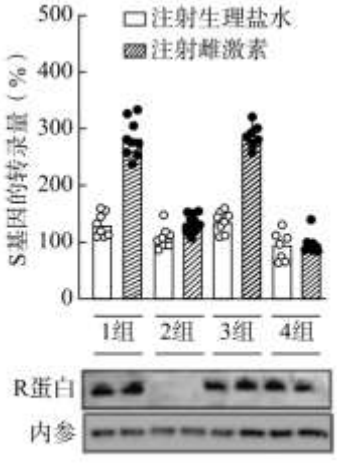


图 3

注：核定位信号序列可引导 R 蛋白进入细胞核。

a、b 处应分别为_____。2~4 组注入与 R-mRNA 互补的 RNA 的目的是排除_____。

在上述细胞培养基中加入荧光标记的胰岛素，施加雌激素后，1、3 组的内皮细胞中可观察到荧光，而 2、4 组几乎无荧光分布。

（4）综合上述信息，完善下列雌激素调控胰岛素发挥作用的机制：雌激素与 R 结合，使 R_____→促进 S 基因的转录→促进胰岛素_____→胰岛素作用于骨骼肌细胞。

（5）有人提出通过注射雌激素可以用于治疗糖尿病。综合上述研究，你是否同意这种想法并说明理由_____。

17.（11 分）

全球气候变暖对生物捕食会产生影响，研究人员利用人工温室模拟地球气候变暖，以大、小两种蜘蛛作为研究对象，发现捕食者的捕食发生了相关变化。

（1）蜘蛛是一种肉食性节肢动物，它与杂食性、植食性昆虫以及植物通过捕食关系形成_____，成为生态系统行使主要功能的途径。

（2）实验在两个温室中进行，其中一个温度适宜且恒定，另一个温度较高以模拟气候变暖，每个温室中有大、小两个不同物种的蜘蛛及其猎物。其中，大型昆虫多为肉食性，小型昆虫多取食禾本科植物，中型昆虫多为杂食性。研究人员统计了不同年份相关数据，结果如图 1 及图 2。

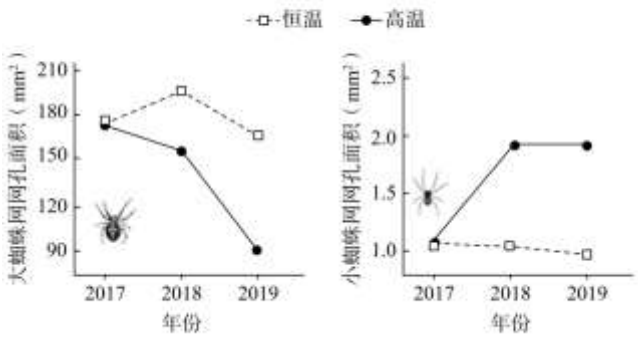


图 1

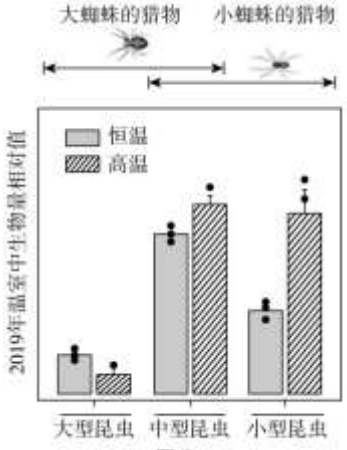


图 2

①据图 1 可知，变暖导致大、小蜘蛛所结蛛网网孔尺寸的变化分别为_____。

②结合图 2 结果，推测高温环境下，_____，因而大蜘蛛蛛网网孔大小发生相应变化，以获得足够的猎物。

③蛛网网孔越大，结网吐丝量越低。小蜘蛛的蛛网网孔大小随环境变暖所发生的变化，与高温下温室内生物群落的多种因素有关。综合上述信息，结合猎物的变化，对此进行合理解释：环境温度变暖，禾本科植物占优势，_____，减少结网捕食的能量代价，利于生存；另一方面，中型昆虫营养丰富，口感更佳，也获得了小蜘蛛的偏爱。

（3）据文中信息，推测全球气候变暖对生物造成的影响可能有_____（选填选项前的字母）。

a．植食性昆虫数量改变

b．大型昆虫具生存优势

c．昆虫等节肢动物种类、数量及分布均不变化

d．捕食者食物的种类及比例发生变化

e．大、小蜘蛛的生态位重叠加剧

18.（11 分）

种子成熟过程受脱落酸（ABA）等植物激素调控。为研究种子成熟的调控机制，研究者以拟南芥为材料进行了实验。

（1）ABA 是对植物生长发育起_____作用的微量有机物，在种子成熟过程中起重要作用。

（2）研究发现，种子成熟阶段 S 蛋白和 J 蛋白均有表达。研究者检测了不同拟南芥种子的成熟程度，结果如图 1。根据图分析，S 蛋白和 J 蛋白对种子成熟的调控作用分别是

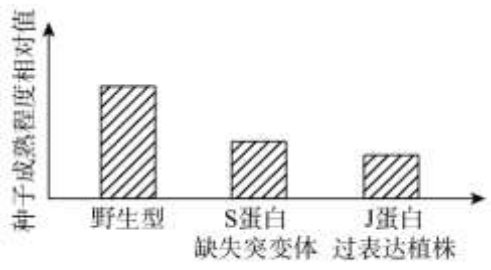
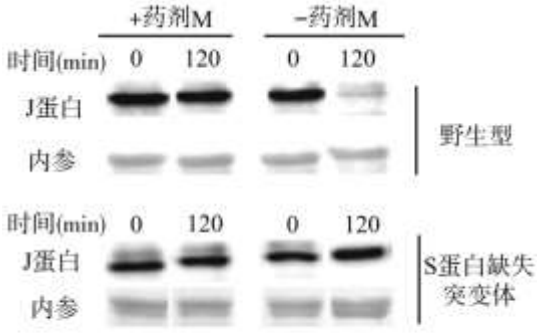


图 1

_____。

（3）S 蛋白可与 J 蛋白结合。为探究两蛋白在植物体中的作用关系，研究者在纯化的 J 蛋白溶液中分别加入野生型及 S 蛋白缺失突变体的种子细胞裂解液，使用药剂 M 进行相关处理，检测结果如图 2。结果说明：S 蛋白可使 J 蛋白

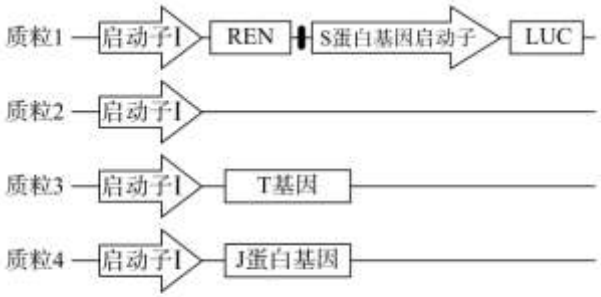
_____。



注：药剂M抑制蛋白酶体降解蛋白质。

图 2

（4）检测发现，S 蛋白缺失突变体比野生型体内的 ABA 含量低。编码 S 蛋白基因的启动子区有转录调控因子 T 的结合序列，T 可被 ABA 激活。J 蛋白也为一种转录调控因子。为研究 T、J 蛋白对 S 蛋白基因表达的调控，研究者构建了图 3 所示质粒并转化烟草叶肉原生质体，实验结果如图 4。



注：启动子I为可持续表达启动子；▌代表终止子。REN、LUC分别编码重组酯酶和荧光素酶，且酶活性不受T、S、J蛋白影响。

图 3

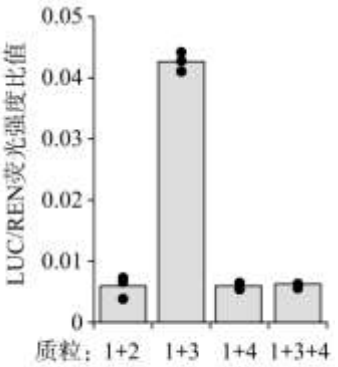


图 4

图 4 结果说明：_____。

（5）种子成熟对于种子提高萌发活力等具有重要作用。综合上述研究，分析 ABA 对种子成熟的调控机制

_____。

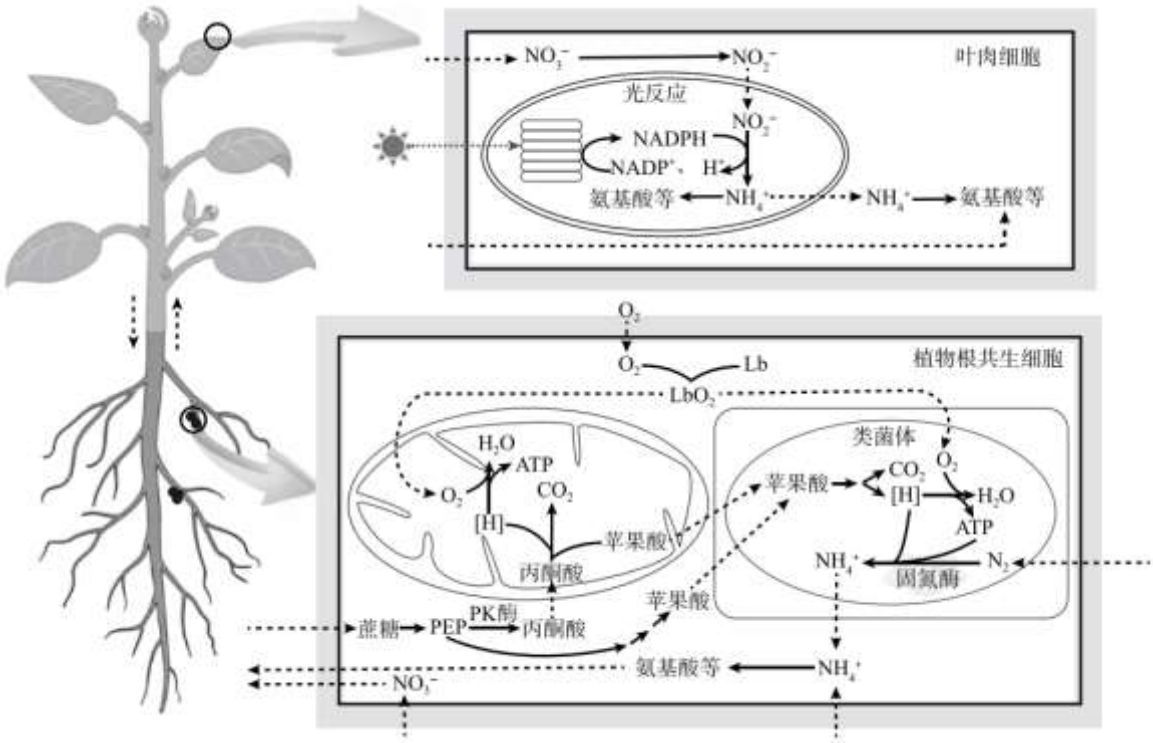
19.（12 分）学习以下材料，回答（1）~（6）题。

植物的共生固氮调控

氮（N）元素在自然界中存在多种形式，包括 NH_4^+、N_2、NO_2^-和 NO_3^-。植物氮同化是指植物吸收环境里的 NO_3^-或 NH_4^+，合成氨基酸等含氮有机物的过程。大气中的 N_2 是地球上最大的氨库，但植物无法直接利用它，需要依赖固氮微生物将其转化为离子形式才能吸收。而共生固氮根瘤菌可以侵染某些植物的根系，进行共生固氮。

固氮菌同化 N_2，形成 NH_4^+并最终转化为有机物，是一个高耗能的还原反应过程。这个过程需要植物与固氮菌的协同作用才能完成。以豆科植物和中华根瘤菌为例，光合产物是促进根瘤菌侵染植物所必需的，光信号是促进地下根瘤发育的关键因子。当根瘤菌侵染植物时，会释放化学物质诱导植物根瘤形成基因的表达，植物细胞分裂并形成根瘤原基，最终形成包含类菌体的共生细胞（即根瘤细胞，如下图）。

根瘤菌是一类好氧细菌，它们在侵入植物后形成的类菌体进行呼吸作用时需要 O_2 来维持。然而，O_2 会抑制固氮酶的活性。根瘤外侧形成皮质层，一定程度上阻碍 O_2 进入根瘤。同时，豆科植物合成豆血红蛋白（Lb）与游离的 O_2 结合，形成 LbO_2 储存，再通过 LbO_2 将 O_2 传递给类菌体和根细胞的线粒体（如图）。这样，两个相互矛盾的反应在共生系统中均得以正常进行。



注：…→表示运输；→表示化学反应

根瘤的固氮能力与豆科植物提供碳源和能量水平相协调，以平衡共生固氮和其它生命过程的碳消耗，保证植物在不同环境下正常生长。最近，我国科学家发现大豆根瘤中的能量感受器蛋白 S 和 P 可通过调控根瘤碳源的重新分配来调整根瘤的固氮能力。当根瘤细胞处于碳源供应上升的高能状态，AMP 含量降低，使得蛋白 S 和 P 从与 AMP 结合形成的 S-P 异源二聚体状态，转变为 S-S 和 P-P 的同源二聚体。同源二聚体与转录因子 Y（Y 可促进上图中 PK 酶基因的转录）结合，并将 Y 锚定到线粒体上，使其不能入核，减少了植物细胞有氧呼吸对碳源的消耗，进而增强类菌体的碳源供应和根瘤固氮能力。

利用固氮生物提高土壤肥力可减少施用工业氮肥带来的土壤、水体等污染，对发展绿色农业具有重要意义。

（1）植物利用吸收的 N 元素可合成的两类生物大分子是_____。

（2）据上述文字及图中信息分析，下列叙述不合理的是_____。

A．光合作用和呼吸作用均可为 N 同化过程提供还原剂

B．根通过主动运输从土壤中吸收 NH_4^+、N_2、O_2、NO_3^-

C．叶片合成的有机物主要以蔗糖的形式运输到根部

D．植物根细胞有氧呼吸释放的能量为固氮酶催化的反应供能

E．光合作用所固定的太阳能是生物固氮作用能量的根本来源

（3）结合文中图示信息，解释植物-类菌体共生系统保障固氮酶活性的原因：_____。

（4）据文中信息，从光合产物与光信号两方面，概括植物调控生物固氮的机制：_____。

（5）据文中信息结合图中植物根共生细胞代谢过程，从稳态与平衡的角度，分析植物调控高耗能生物固氮过程的分子机制：植物通过能量感受器蛋白 S 和 P 感知自身能量状态，_____，使 PEP 更多转化为苹果酸供应给类菌体，从而更高效利用植物光合作用合成的有机物作为碳源，实现碳-氮平衡。

（6）一些禾本科植物是重要的粮食作物，种植过程需要施加无机氮肥。有人尝试将固氮酶基因导入这些作物以提升产量，但效果不佳。请结合上述研究，提出利用共生固氮菌进行改造以提高禾本科植物粮食产量的思路_____。

20．（12 分）

雄性不育植株可简化育种流程，是杂交育种的重要材料。研究发现利用油菜纯合的雄性不育植株甲做母本

与野生型杂交，后代均可育，但总会出现部分白化幼苗长到成体死亡。为研究相关机制，提高育种效率，科研人员进行了相关实验。

（1）植株甲中存在雄性不育基因 A'，导致雄蕊不能发育。实验发现甲与油菜品系丙杂交，后代均可育，且不出现白化现象。科研人员将甲与野生型杂交所得存活的 F_1 与甲、丙杂交得到的 F_1 杂交，发现子代中雄性可育幼苗占比为_____，进而推测丙产生了新的显性突变基因（记作 B），使雄性不育基因 A' 导致的不育性状得以恢复，且两基因位于非同源染色体上。

（2）为研究 A'、B 基因与白化性状的关系，科研人员进行如下实验。

①从油菜中分离 A'、B 基因，将 A'基因导入拟南芥（拟南芥不含与 A'、B 同源的基因），筛选得到至少插入一个外源基因的转基因植株 TA 群体。将 B 基因转入拟南芥，经筛选获得纯合子 T_B。设计杂交实验，检测存活 F_1 的基因组成，杂交组合及结果如下表。

组号	杂交组合	存活的 F_1		
		成体总数	含 A'成体数	不含 A'成体数
一	♀T_A 群体×♂野生型	630	95	535
二	♀T_A 群体×♂T_B	607	415	192

据实验结果推测，A'基因引起部分子代死亡，B 基因可抑制 A'基因的作用，依据是_____。二组 F_1 中含有 A'的植株比例超过 1/2 的原因_____。

②植物中核蛋白 N 与叶绿体发育有关。新的研究发现，基因 A'的表达产物可与核蛋白 N 形成复合体。科研人员推测，基因 B 通过抑制 A'基因的表达而解除 A'对 N 的影响。为证明该推测，请完成下列实验设计。

实验材料	操作	观察指标
野生型拟南芥	导入 A'基因	叶绿体发育情况
	I	
II	III	
	IV	

a．导入 A'基因　　b．导入 B 基因　　c．导入 A'、B 基因

d．野生型拟南芥　　e．N 缺失突变拟南芥

I~IV 应依次填写_____（填写选项前字母）

（3）现有两个具有某优良性状的品系 1 和 2．科研人员利用甲和丙进行杂交实验，获得兼具品系 1、2 优良性状的杂种株，同时避免后代白化。请完善下列育种流程。

步骤一：_____。

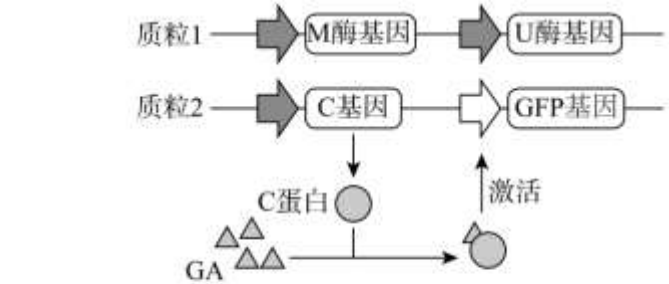
步骤二：品系 2×丙→所得子代经 PCR 鉴定，选择有 B 基因的 F_1×品系 2→…→获得 B 基因纯合兼具品系 2 遗传背景的植株。

步骤三：_____。

21．（12 分）

葡萄糖二酸（GA）可作为原料应用于食品、能源和医药等领域，科研人员通过改造工程菌以实现 GA 的大量生产。

（1）M 酶和 U 酶是 GA 合成途径中的两个关键酶，科研人员将图 1 所示质粒 1 导入_____处理的大肠杆菌，改造后的大肠杆菌可合成 GA。



注：质粒1在原核和真核细胞中均可表达；质粒2只能用于原核细胞；GFP基因编码绿色荧光蛋白。➡为持续表达型启动子；⇨为调节型启动子。

图 1

（2）为实现对工程菌合成 GA 的实时监测，科研人员设计了质粒 2．并进行下表所示两种检测方案。

方案一	质粒 1 和 2 共同导入大肠杆菌菌株	在液体培养	菌液分为 5 组	每组上清液加入适

	E 中	基中培养一段时间		量 GA，检测荧光强度。
方案二	质粒 1 和 2 分别导入大肠杆菌菌株 E 和菌株 S 中		将 E 菌液与 S 菌液混合，混合菌液培养一段时间后分为 5 组	

①据图 1 分析检测方案的原理为_____。

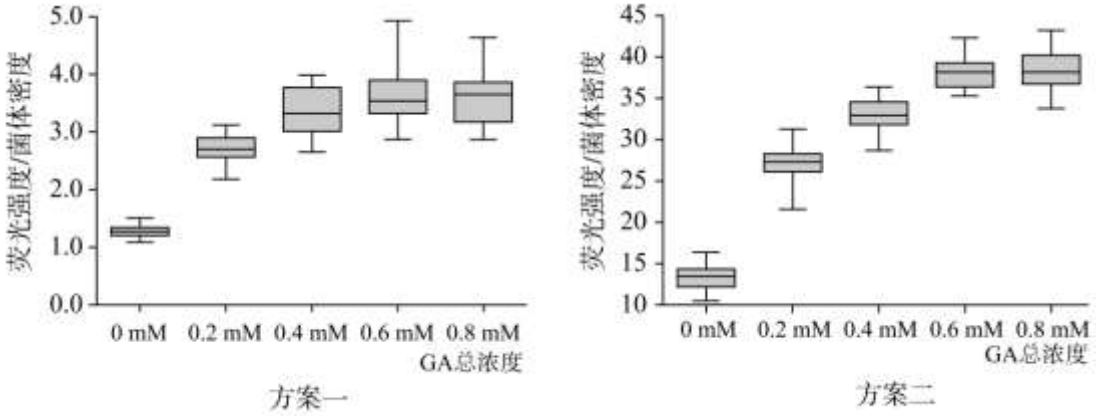


图 2

②检测结果如图 2，据图对比两种方案，并结合两种质粒适用范围，选择其中一种更优方案并说明理由：_____。

（3）进一步发现由于产物 GA 呈酸性影响了大肠杆菌合成 GA 的能力，因而科研人员尝试以酵母菌为受体细胞导入质粒 1，改造后的酵母菌以葡萄糖为原料合成并分泌 GA 的途径如图 3。但 M 酶的活性远小于 U 酶，限制了 GA 产量。为改进 M 酶的催化效率，将含不同突变的 M 酶基因分别导入酵母菌，利用上述所选方案菌株监测不同酵母菌的 GA 产量，操作为：_____，取等量培养液，测定其荧光值和吸光度（反应菌体浑浊程度），挑选_____高的菌株即为 GA 高产菌株。

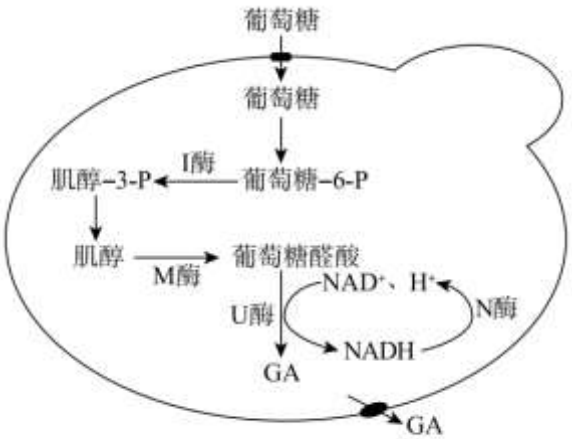


图 3

（4）据图 3 分析还可以通过_____等方法改造酵母菌以提高 GA 的产量。

参考答案

第一部分

本部分共 15 题，每题 2 分，共 30 分。

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

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16.（12 分）

（1）糖原

（2）不影响胰岛素的合成，促进胰岛素向骨骼肌组织运输

（3）①正在翻译的 mRNA

②与 R-mRNA 不能互补的 RNA 、完整的 R 蛋白基因

内源 R 蛋白对 S 基因表达的影响

（4）进入细胞核　在骨骼肌内皮细胞的转运

（5）

不同意，注射雌激素会影响患者体内性激素平衡，带来副作用；

同意，对于雌激素水平低的女性糖尿病患者，注射适量雌激素能够降低血糖；

不完全同意，需要检测糖尿病患者体内雌激素水平，评估注射雌激素对糖尿病患者的影响

（能够清晰阐明所持观点的依据即可）

17.（11 分）

（1）食物链 / 食物网

（2）①变小、变大

②中型昆虫增加，大型昆虫减少

③取食禾本科植物的小型昆虫增加，中型昆虫也增加，蛛网网孔变大、结网吐丝量减小的情况下，小蜘蛛猎物依旧充足

（3）a、d、e

18.（11 分）

（1）调节

（2）S 蛋白促进种子成熟、J 蛋白抑制种子成熟

（3）被蛋白酶体降解

（4）T 蛋白与 S 蛋白基因启动子结合促进 S 蛋白基因的转录，J 蛋白抑制 T 蛋白的作用

（5）ABA 激活 T 蛋白，促进 S 蛋白基因转录，S 蛋白与 J 蛋白结合促进 J 蛋白被降解，降低 J 蛋白对 T 蛋白的抑制，使 S 蛋白基因表达增加，正反馈调节促进种子成熟

19.（12 分）

（1）蛋白质和核酸

（2） B、D

（3）阻碍 O_2 进入；游离的 O_2 与 Lb 结合形成 LbO_2 储存；O_2 被呼吸作用消耗

（4）光合产物为固氮菌提供能量与碳源；光信号促进根瘤的发育

（5）当能量较高时，两者形成同源二聚体使转录因子 Y 不能进入细胞核，不能结合 PK 酶基因的启动子，不促进 PK 基因转录，进而减少了 PEP 向丙酮酸的转化

（6）筛选、培育、施用与禾本科植物共生的固氮菌 / 改进禾本科植物与固氮菌之间的相互识别（合理即可）

20.（12 分）

（1）7/8

（2）①第一组 F_1 含 A’的成体数远小于不含 A’的成体数，第二组 F_1 中含 A’基因成体的比例高于第一组 T_A 群体中存在插入多个 A'基因的个体，产生含有 A'的配子比例大于 1/2

②c、e、a、c

（3）品系 1（♂）×甲（♀）→所得 F_1 自交，选择 F_2 中雄性不育个体作母本×品系 1→…→获得具有品系 1 优良性状的雄性不育植株

将步骤一所得植株作母本和步骤二所得植株作父本杂交获得子代

21.（12 分）

（1）Ca^{2+}

（2）①菌株 E 可产生 GA，GA 与 C 蛋白结合激活 GFP 基因转录，通过荧光强度反映 GA 含量

②方案二更优。理由：与方案一相比，方案二单位菌体密度的荧光强度更高，检测 GA 更灵敏，且还可检测真核生物合成 GA 的量

（3） 将不同酵母菌培养液上清分别与 S 菌液混合并培养　荧光值与吸光度比值

（4）提高 I 酶和 N 酶的表达量（合理即可）