

## 2021 年北京市海淀区高三一模生物试卷

2021. 4

## 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. 下列有关组成细胞的元素和化合物的叙述，正确的是

- A. 淀粉和糖原的单体都是核糖
- B. 蛋白质和核酸均含有 C、H、O、N
- C. 脂肪是细胞内唯一的储能物质
- D. RNA 是部分原核生物的遗传物质

【答案】B

【解析】淀粉和糖原的单体都是葡萄糖，核糖又称五碳糖是构成核苷酸的一部分，A 错误；蛋白质的基本组成元素是 C、H、O、N，核酸的组成元素是 C、H、O、N、P，二者共有的元素是 C、H、O、N，B 正确；脂肪是生物体内良好的储能物质，但不是唯一储能物质，糖原和淀粉也是储能物质，C 错误；原核生物的遗传物质也是 DNA，有细胞结构的生物和大部分的病毒遗传物质均为 DNA，少部分的病毒遗传物质为 RNA，D 错误。故选：B。

2. 木瓜蛋白酶可用于促进蛋白质水解，菠萝蛋白酶除此功能外，还具有消炎作用。下列相关分析不正确的是

- A. 两者都可以在细胞外发挥催化作用
- B. 两者都具有专一性和高效性
- C. 两者在结构上存在差异，导致功能不完全相同
- D. 加热变性后均不能与双缩脲试剂发生紫色反应

【答案】D

【解析】酶可以在胞内或胞外发挥作用，有的酶只能在胞外发挥作用，比如说消化酶；两种酶促进蛋白质水解，属于消化酶，胞外发挥作用，A 正确；酶都具有专一性，高效性，反应条件温和的特点，B 正确；结构决定功能，蛋白质氨基酸的种类、数目、排列顺序、空间结构的不同都会导致功能的不同。反推不同蛋白质功能不同，结构也存在差异，C 正确；双缩脲试剂与蛋白质的肽键发生紫色反应，显现紫色。蛋白质加热变性使空间结构发生改变，肽键未发生改变，仍能与双缩脲试剂发生紫色反应，D 错误。故选 D。

3. 下列关于核糖体的叙述，不正确的是

- A. 能识别基因的启动子
- B. 存在于原核和真核细胞中
- C. 无生物膜包被的结构
- D. 遗传信息翻译的场所

【答案】A

【解析】核糖体能够识别起始密码子，开始翻译遗传信息，合成蛋白质，启动子是转录 mRNA 的起点，由 RNA 酶识别并结合，A 错误；核糖体存在于真核细胞细胞质基质和内质网上，原核细胞的细胞质基质中，是原核细胞唯一具有的细胞器，B 正确；核糖体是由 rRNA 和蛋白质构成的细胞器，无生物膜包被，C 正确；蛋白质的合成，包括转录和翻译两个过程，其中遗传信息翻译的场所是核糖体，D 正确。故选：A。

4. 最近我国一款新型冠状病毒灭活疫苗投入使用，预测该疫苗在人体内可引起的免疫反应有

- A. 促进浆细胞增殖并放出淋巴因子
- B. 刺激吞噬细胞产生新型冠状病毒的抗体
- C. 机体所产抗体可直接裂解新型冠状病毒

D. 机体产生针对新型冠状病毒的记忆细胞

【答案】D

【解析】疫苗作为抗原，可促进 T 细胞释放淋巴因子，A 错误；只有浆细胞能产生抗体，吞噬细胞的作用是吞噬并呈递抗原，B 错误；抗体的作用是与抗原结合形成沉淀或细胞集团，使抗原失去与细胞结合的能力，被吞噬细胞消化处理，不能直接裂解新型冠状病毒，C 错误；疫苗作为抗原会刺激 T 细胞、B 细胞增殖，分化形成记忆 T 细胞、记忆 B 细胞，D 正确。故选：D。

5. 水生植物浮萍生长速度快、富含淀粉，在工业上可作为微生物发酵生产乙醇的原料。

下列相关分析合理的是

- A. 发酵过程中淀粉水解为葡萄糖再被有氧分解
- B. 发酵的产物有二氧化碳、乙醇和乳酸
- C. 发酵产生的乙醇是由丙酮酸转化而来
- D. 发酵产生丙酮酸的过程不生成 ATP

【答案】C

【解析】微生物发酵产生乙醇的呼吸方式是无氧呼吸，淀粉水解为葡萄糖再被无氧分解，A 错误；无氧呼吸分为两种：大多数的植物、酵母菌等进行的乙醇发酵，产物是乙醇和二氧化碳；高等动物、马铃薯块茎、甜菜块根、玉米胚、乳酸菌等进行的乳酸发酵产物只有乳酸，B 错误；乙醇发酵包括两个阶段，第一阶段  $1 \text{ 葡萄糖} \rightarrow 2 \text{ 丙酮酸} + 2 [\text{H}] + \text{少量能量}$ ，第二阶段  $2 \text{ 丙酮酸} + 2 [\text{H}] \rightarrow 2 \text{ 乙醇} + 2 \text{ 二氧化碳}$ ，C 正确；乙醇发酵第一阶段产生丙酮酸的过程中，产生少量能量，一部分以热能形式散失，另一部分合成 ATP，第二阶段不产生能量，D 错误。故选 C。

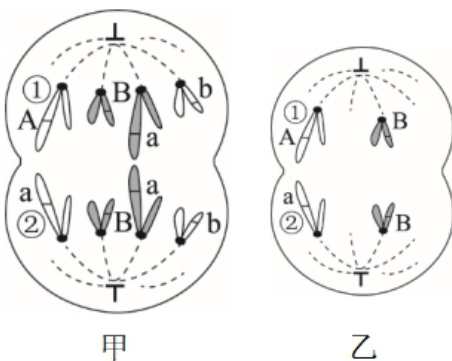
6. 下列生物学实验叙述，正确的是

- A. 洋葱根尖经解离、漂洗、染色和制片，部分细胞中可观察到染色体
- B. DNA 粗提取过程中，加入 2mol/L 的 NaCl 溶液以析出 DNA
- C. 纸层析法分离叶绿体色素时，层析液需没过滤液细线
- D. 家庭制作果酒、果醋时，必须将发酵原料进行灭菌

【答案】A

【解析】洋葱根尖分生区细胞能够进行有丝分裂，通过解离、漂洗、染色、制片四步可以观察细胞有丝分裂过程，处于分裂期细胞可以看到染色体，处于分裂间期细胞看不到染色体，A 正确；DNA 可以溶解在 2mol/L 的 NaCl 溶液中，不会析出，B 错误；滤液细线没过层析液时，会溶解在层析液中，无法进行色素分离，C 错误；制作果酒、果醋时，对发酵原液进行灭菌会导致酵母菌或醋酸菌死亡，无法完成之后的发酵过程，D 错误。故选：A。

7. 甲、乙为某雄性二倍体动物（基因型为 AaBb）体内不同细胞处于不同分裂时期的示意图，染色体及基因分布如图所示。下列相关叙述不正确的是



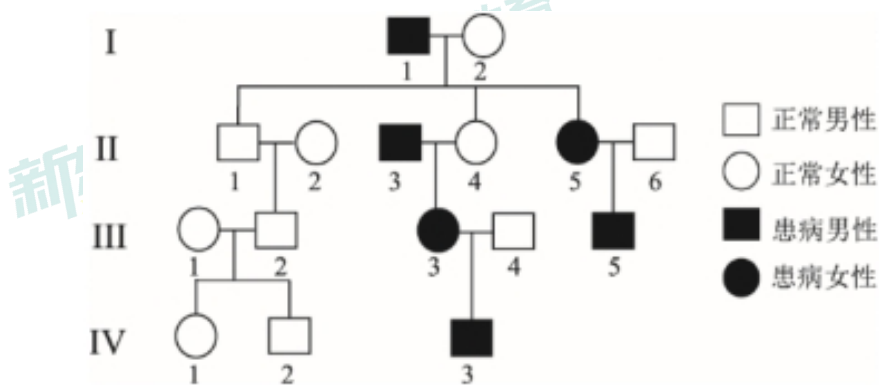
- A. 甲图所示细胞处于有丝分裂后期，有 4 个染色体组
- B. 甲图中①②染色体上基因分布的原因是染色体发生了交叉互换
- C. 乙图为次级精母细胞，可产生基因型为 AB 和 aB 两种精子
- D. 乙图中细胞为处于减数第二次分裂后期

【答案】B



【解析】甲图中存在同源染色体且物质变化为着丝点断裂姐妹染色单体分离，所以为有丝分裂后期图，细胞中一组完整的非同源染色体为一个染色体组，图中共含 4 个染色体组，A 正确；交叉互换只发生在减数分裂过程中，①②染色体分布原因为 A 基因突变为 a 所致，B 错误；乙图中无同源染色体，为减数第二次分裂后期图，题中说明个体为雄性，所以该细胞为次级精母细胞，可产生基因型为 AB，aB 的两种精子，C、D 正确。故选：B。

8. 腓骨肌萎缩症（CMT）是一种神经系统疾病。对某 CMT 患者进行了遗传学家系调查并绘制家族系谱图（如图所示）。基因检测发现，该患者（图中 IV-3）的致病基因 PMP22 位于 17 号染色体，图中 I-2 未携带致病基因。下列相关叙述正确的是



- A. CMT 的遗传方式属于常染色体显性遗传
- B. 该患者父亲携带致病的 PMP22 基因
- C. IV-3 与正常女性生育一个正常男孩的概率为  $1/8$
- D. 在该家系中继续收集数据，据此获得人群 CMT 的发病率

【答案】A

【解析】题目中提到致病基因 PMP22 位于 17 号染色体上，能判断 CMT 为常染色体遗传病。I-2 不携带致病基因，其后代 II-5 患病，证明 CMT 是显性遗传病，A 正确；由于 CMT 是常染色体显性遗传病，且 III-4 不患病，可判断 III-4 不携带致病基因，B 错误；IV-3 与正常女性生育正常男孩的概率为  $1/4$ ，C 错误；想要获得人群 CMT 发病率需要在

人群中调查，D 错误。故选：A。

9. 视网膜神经节细胞（RGC）可把视觉信号从眼睛传向大脑。DNA 甲基化是在相关酶的作用下将甲基选择性地添加到 DNA 上。随年龄增长，DNA 甲基化水平升高，使 RGC 受损后不可恢复，视力下降。科学家将 OCT、SOX 和 KLF 三个基因导入成年小鼠的 RGC，改变其 DNA 甲基化水平，使受损后的 RGC 能长出新的轴突。下列相关分析不合理的是

- A. 在视觉形成的反射弧中 RGC 属于神经中枢
- B. DNA 的甲基化水平会影响细胞中基因的表达
- C. DNA 甲基化不改变 DNA 碱基对的排列顺序
- D. 自然状态下干细胞分化为 RGC 的过程不可逆

【答案】A

【解析】在视觉形成的反射弧中大脑属于神经中枢，A 错误；DNA 甲基化会将甲基添加到 DNA 上，影响 DNA 转录形成 RNA，进而影响基因的表达，但碱基对序列不变，B、C 正确；自然状态下，RGC 细胞受周围环境的影响，不能逆向转化为干细胞，D 正确。

故选：A。

10. 抑制素（INH）是一种主要由卵巢分泌的蛋白类激素，调节促性腺激素的合成和分泌。科研人员制备了 INH 抗体并在大鼠发情期注射给大鼠，测定相关指标，结果如下表。下列分析不正确的是

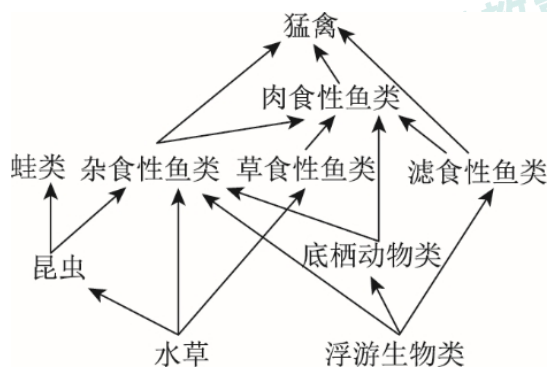
检测指标 组别	促性腺激素（mIU/mL）		性激素 （ng/mL）	卵泡质量（g）	成熟卵泡个数 （个）
	促卵泡激素	促黄体素	孕酮		
对照组	8.53	15.18	8.86	0.63	28.67
实验组	25.36	15.19	11.78	0.91	35

- A. INH 通过体液运输到靶器官，具有微量高效的特点
- B. 由实验数据推测 INH 可作用于垂体，进而促进卵泡发育
- C. 注射 INH 抗体后，促卵泡激素及孕酮含量均上升
- D. 注射的 INH 抗体可在机体内与抑制素结合，解除其作用

【答案】B

【解析】INH 是一种蛋白类激素，与所有动物激素一样，能够通过体液运输，具有微量高效的特点，A 正确；由题中数据可知，实验组注射 INH 抗体，可与 INH 结合，抑制 INH 发挥作用，使成熟卵泡数量增多，据此推测 INH 会抑制卵泡发育，B 错误；由表可知，实验组注射 INH 抗体后，促卵泡激素及孕酮含量上升，C 正确；注射的 INH 抗体可与 INH 结合，抑制其发挥效应，因此实验组数据与对照组不同，D 正确。故选：B。

11. 某地区将低洼荒地通过引入水源改造成为湿地生态公园，改造后的湿地生态公园物种丰富度逐渐上升。右图是该公园生态系统食物网的一部分，下列分析正确的是



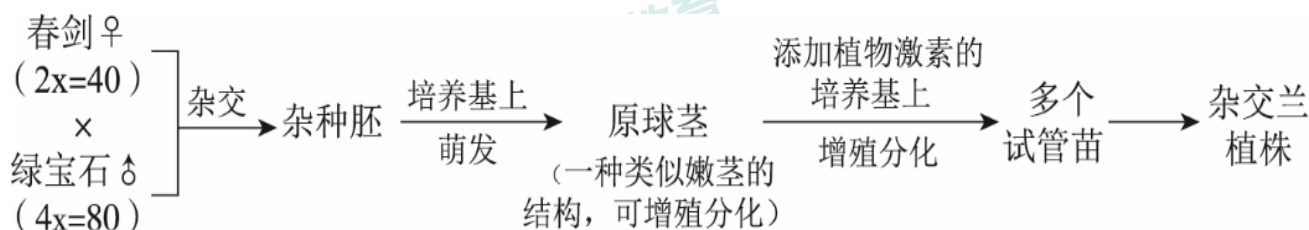
- A. 该公园生物群落的变化属于初生演替
- B. 昆虫与杂食性鱼类之间只存在捕食关系
- C. 水草减少对草食性鱼类的影响强于其对杂食性鱼类的影响
- D. 湿地生态公园的抵抗力稳定性低于原低洼荒地

【答案】C

【解析】该公园是由低洼荒地经过改造得到的，初生演替是指在一个从来没有被植物

覆盖的地面，或者是原来存在过植被、但被彻底消灭了的地方发生的演替，与题意不符，A 错误；由图可知杂食性鱼类以昆虫、水草和浮游生物类为食，昆虫也以水草为食，因此杂食性鱼类与昆虫之间存在捕食与竞争的关系，B 错误；由于草食性鱼类只以水草为食，而杂食性鱼类以昆虫、水草以及浮游类生物为食，因此水草的减少对草食性鱼类的影响要强于杂食性鱼类，C 正确；抵抗力稳定性是指生态系统抵抗外界干扰并使自身的结构与功能保持原状的能力，一般情况下生态系统物种越复杂，自身的抵抗力稳定性越强，因此湿地生态公园的抵抗力稳定性高于原低洼荒地，D 错误。故选 C。

12. 自然条件下兰花杂交后代不易萌发。科研人员用四倍体品种绿宝石和二倍体品种春剑进行杂交，获得大量优质杂交兰，并对其进行染色体观察与计数，培育过程如下图所示。下列分析不正确的是



- A. 调整培养基中植物激素的配比可影响原球茎的分裂与分化
- B. 从杂交兰组织中选择有丝分裂中期的细胞观察染色体并计数
- C. 所得杂交兰植株的体细胞染色体数目为 120 条
- D. 通过植物组织培养技术从杂种胚繁殖得到的大量杂交兰性状一致

【答案】C

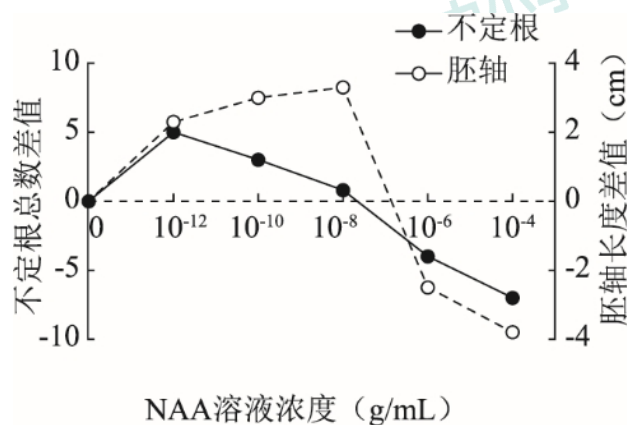
【解析】植物激素中生长素和细胞分裂素是启动细胞分裂，脱分化和再分化的关键激素，它们的浓度、用量的比例等都会影响植物细胞的发育方向，A 正确；有丝分裂中期的细胞，染色体着丝点整齐地排列在赤道板上，此时最有利于观察染色体的形态和数目，B 正确；杂交兰的获得利用的是杂交的原理，而不是植物体细胞杂交，因此杂交兰植株的体细胞不是 120 条染色体，C 错误；植物组织培养的原理是植物细胞的全能性，都是由同一个植株的细胞发育而来，遗传物质组成相同，因此杂交兰性状一致，D 正确。



故选 C。

13. 兴趣小组为探究植物生长调节剂萘乙酸 (NAA) 对绿豆芽生长的影响, 选取长势相同的绿豆芽, 用不同浓度 NAA 溶液和清水分别进行处理。一段时间后, 测量不定根数量和胚轴长度, 计算 NAA 处理组减去清水组的差值, 结果如图。下列相关分析不正确的是

- A. 清水处理组作为该实验的对照组
- B. 由实验结果可知 NAA 的作用具有两重性
- C.  $10^{-10}\text{g/mL}$  NAA 抑制了不定根生根数量
- D.  $10^{-6}\text{g/mL}$  NAA 处理组胚轴依然生长



【答案】C

【解析】对照组和实验组的区别在于是否加入自变量, 本题的自变量为 NAA, 清水组无 NAA, 为对照组, A 正确; 由图可知, 不定根总数差值和胚轴长度差值大于 0 时, NAA 促进生长, 不定根总数差值和胚轴长度差值小于 0 时, NAA 抑制生长, 故根据实验结果可知 NAA 的作用具有两重性, B 正确; 在 NAA 的浓度为  $10^{-10}\text{g/mL}$  时, 不定根总数差值大于 0, NAA 促进不定根生根的数量, C 错误; NAA 的浓度为  $10^{-6}\text{g/mL}$  时, 胚轴长度差值小于 0 此时表现为实验组比对照组生长缓慢, 但并不代表胚轴停止生长, D 正确。故选 C。

14. 淡色库蚊是多种传染病的主要传播媒介, 其对杀虫剂的抗药性由一对等位基因 A 和 a 控制, 科研人员对使用杀虫剂的四个地域的淡色库蚊种群进行基因型检测, 结果如下表。下列分析合理的是

基因型 数量 地理种群	检测总数	AA (敏感型)	Aa (敏感型)	aa (抗药型)
甲	85	39	16	30
乙	83	16	44	23
丙	87	55	26	6
丁	91	46	30	15

- A. 淡色库蚊四个地理种群的基因库没有差异
- B. 杀虫剂诱导淡色库蚊由敏感型突变为抗药型
- C. a 基因频率由大到小依次是甲>乙>丁>丙
- D. 杀虫剂对四个地理种群的定向进化发挥一定作用

【答案】D

【解析】一个种群中全部个体所含有的全部基因，叫做这个种群的基因库，因此这四个地理种群的基因库存在差异，A 错误；突变是不定向的，杀虫剂不能诱导突变体产生，B 错误；由表可知，甲地 a 基因频率为  $(30 \times 2 + 16) / 85 \times 2 = 44.7\%$ ，同理乙、丙、丁地 a 基因频率分别为 54.2%、21.8%、33.0%，C 错误；在自然选择的作用下，种群的基因频率会发生定向改变，导致生物朝着一定的方向不断进化，D 正确。故选 D。

15. 我国科学家利用基因编辑技术，获得一只生物节律核心基因 BMAL1 敲除的猕猴。取其成纤维细胞与去核的卵母细胞融合，发育形成的早期胚胎植入代孕雌猴，获得 5 只克隆猴，用于研究节律机制。以下叙述不正确的是

- A. 克隆猴基因组成差异小，作为实验动物便于研究
- B. 可用灭活的病毒诱导去核卵母细胞和成纤维细胞融合
- C. 受精卵经基因编辑后形成的胚胎可发育为克隆猴
- D. 克隆猴的获得体现了动物体细胞的细胞核具有全能性

【答案】C

【解析】克隆猴的所用的技术是动物细胞核移植，是将动物体细胞的细胞核移入一个去核的卵母细胞中，并使重组细胞发育成新的胚胎，继而发育成动物个体的技术。克隆猴的遗传物质来自成纤维细胞的细胞核以及去核卵母细胞的细胞质，因此克隆猴基因的组成差异很小，A 正确；灭活的病毒诱导的是动物细胞融合，可将成纤维细胞和去核卵母细胞融合，B 正确；克隆是无性生殖，发育的起点不是受精卵，C 错误；动物细胞核移植体现了动物细胞核具有全能性，D 正确。故选 C。

## 第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. (10 分) 遗传毒性物质常存在于被化学物质污染的水体，可损伤生物的 DNA，严重威胁人类健康。研究人员通过基因工程改造大肠杆菌，以期筛选对遗传毒性物质反应灵敏的工程菌株，用于水质检测。

(1) 大肠杆菌 DNA 中存在可被遗传毒性物质激活的毒性响应启动子序列，将毒性响应启动子插入图 1 所示表达载体的 P 区，获得基因工程改造的大肠杆菌。当改造后的大肠杆菌遇到遗传毒性物质时，\_\_\_\_\_识别并与启动子结合，驱动噬菌体裂解基因 (SRR) \_\_\_\_\_，表达产物可使大肠杆菌裂解。

(2) 研究人员选取启动子 *sul* 准备与图 1 表达载体连接。图 2 显示了启动子 *sul* 内部存在的酶切位点，箭头表示转录方向。

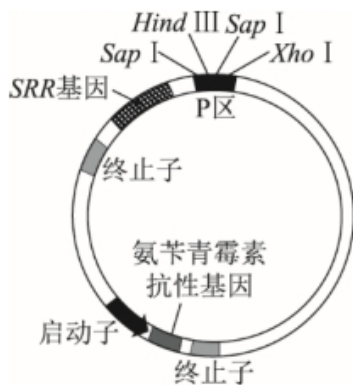


图 1

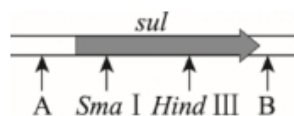


图 2

①据图 1、2 信息，克隆启动子 *sul* 时，在其 A 端和 B 端应分别添加限制性内切酶\_\_\_\_\_的酶切位点，从而确保启动子 *sul* 可与已被酶切的表达载体正确连接。

②将重组表达载体导入大肠杆菌，置于含有\_\_\_\_\_的选择培养基中进行筛选、鉴定及扩大培养，获得工程菌 *sul*。

(3) 研究人员陆续克隆了其他 4 种启动子 (*rec*、*imu*、*qnr*、*cda*)，分别连入表达载体，用同样的方法获得导入重组载体的工程菌，以筛选最灵敏的检测菌株。

①将 5 种工程菌和对照菌在 LB 培养基中培养一段时间后，检测菌体密度，结果如图 3。图中结果显示\_\_\_\_\_，说明工程菌在自然生长状态下不会产生自裂解现象。

②上述菌株在 LB 培养基中生长 2h 时加入遗传毒性物质，检测结果如图 4。据图可知，5 种工程菌均启动了对遗传毒性物质的响应，应选择工程菌\_\_\_\_\_作为最优检测菌株。

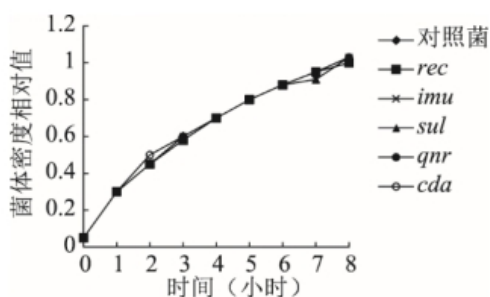


图 3

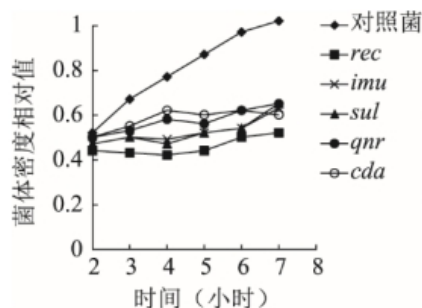


图 4

(4) 下列关于该工程菌的叙述，正确的包括

- A. 该工程菌可能用于检测土壤、蔬菜中的农药残留量
- B. 该毒性响应启动子序列广泛存在于自然界所有物种中
- C. 其表达产物可裂解大肠杆菌，检测后的剩余菌液可直接倒掉
- D. 为长期保存该工程菌，应加入一定浓度的甘油冻存于  $-20^{\circ}\text{C}$

### 【答案】

(1) RNA 聚合酶；转录

(2) ① *Xho* I 和 *Sap* I

② 氨苄青霉素



(3) ①5 种工程菌菌体数量增长趋势与对照菌一致;

②转入 *rec* 启动子的菌株

(4) AD

【解析】

(1) 由题干信息“识别并与启动子结合”可知, 此处考查基础知识, 启动子是启动转录的序列, 可被 RNA 聚合酶识别, 从而驱动启动子下游基因 *SRR* 转录。

(2) 结合 (1) 可知, 启动子 *sul* 需要插入到 P 区, 图 1 标注了 P 区的三个酶切位点, 酶切位点选取时不能破坏 *sul* 内部序列, 所以不能选 *HindIII*, 再根据图中转录方向, 图 1 为逆时针方向, 图 2 为 A-B, 因此 A 端与 B 端分别应添加 *Xho I* 和 *Sap I* 的酶切位点。后面想要筛选出工程菌, 需要参考图 1 标记基因, 因而选择培养基中需加入氨苄青霉素。

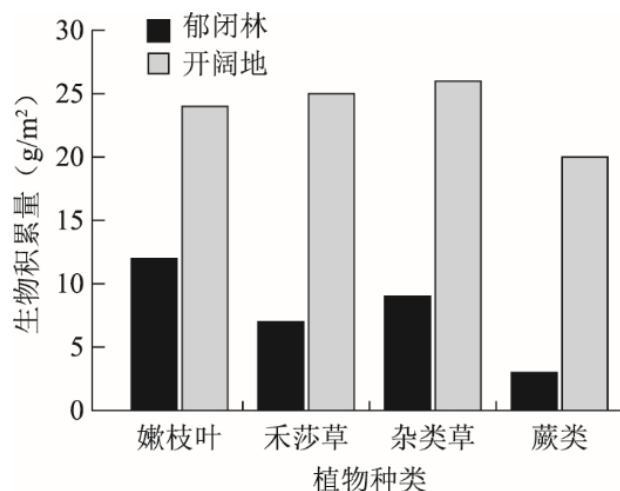
(3) 根据图 3 描述实验结果时, 应强调出 5 种工程菌与对照菌的结果比较, 描述图 3 结果的语句应为“5 种工程菌菌体数量增长趋势与对照菌一致。”该结果与后面“自然生长状态下不会产生自裂解现象”吻合。根据初始题干“筛选对遗传毒性物质反应灵敏的工程菌株”, 当 *SRR* 基因表达后, 大肠杆菌会被裂解, 所以工程菌菌体密度越低, 大肠杆菌被裂解的越多, 说明反应越灵敏, 因此选择转入 *rec* 启动子的菌株。

(4) 本实验中工程菌是用来检测遗传毒性物质的, 而农药残留也属于这种物质, A 正确; 根据文中信息, 大肠杆菌 DNA 中存在该毒性响应启动子, 但是其他物种是否存在文中并未提及, B 错误; 实验结束的菌种应灭菌处理, 防止工程菌基因传播造成基因污染, C 错误; 菌种的长期保存应采用甘油管藏法, 低温保存所需菌种, D 正确。因此本题正确选项为 AD。

17. (12 分) 为评估东北虎豹国家公园对东北虎和东北豹的承载能力, 研究人员对其中的森林灌草层植物进行了调查。

(1) 东北虎、东北豹主要捕食马鹿、梅花鹿等大中型有蹄类动物，而这些动物主要以森林灌草层的植物为食。这些植食性动物属于该生态系统营养结构中的\_\_\_\_\_。

(2) 灌草层是有蹄类动物取食的主要区域，该区域根据林木覆盖程度可分为郁闭林和开阔地两种主要地形。研究人员分别在这两种地形中\_\_\_\_\_选取样方，收集并检测几类常被取食植物的生物积累量（单位面积中生物的总量），结果如图。图中结果显示\_\_\_\_\_，其原因可能主要是由于开阔地\_\_\_\_\_充足，利于植物生长和有机物的积累。



(3) 植物中元素的含量及比例会影响有蹄类动物的取食偏好及营养状况。含碳 (C) 量高的植物常含有大量不易被消化的\_\_\_\_\_等多糖类分子，口感较差。氮 (N) 元素含量高的植物营养成分更高。下表为灌草层中上述四类植物元素含量的测定及分析结果，据表中数据选择最适宜作为有蹄类动物食物的植物种类并解释原因\_\_\_\_\_。

元素含量 植物种类	含 N 量(%)	含 C 量(%)	C/N 值
嫩枝叶	2.41	45.36	19.92
禾莎草	2.05	42.50	22.05
杂类草	2.42	41.21	18.10
蕨类	2.43	44.00	19.78

(4) 有蹄类动物能量消耗大，需要在较短时间内取食大量营养成分高的食物。综合上述结果，从取食地形及植物种类角度，推测有蹄类动物的最优取食策略是\_\_\_\_\_。

(5) 在该生态系统中，东北虎、东北豹捕食有蹄类动物所同化的能量，其去向包括\_\_\_\_\_。

(6) 评估东北虎豹国家公园对东北虎和东北豹的承载能力时，除上述调查外，还需要

分析的影响因素有（至少写出两条）\_\_\_\_\_。

17.

**【答案】**

（1）第二营养级

（2）随机；开阔地中各类植物的生物积累量均显著高于郁闭林；光照

（3）纤维素；杂类草，杂草类含 N 量较高、含 C 量最低，C/N 值最低，纤维素含量少  
口感好，且营养成分高

（4）在开阔地取食杂类草

（5）用于自身生长、发育和繁殖等生命活动；呼吸作用以热能形式散失

（6）气候条件，人为干扰因素，有蹄类动物的种群密度、年龄组成

**【解析】**

（1）根据题目信息分析，植食性动物以植物为食，而植物属于生态系统营养结构中的  
第一营养级，因此植食性动物属于第二营养级；

（2）根据题目信息可知，研究植物生物积累量应用样方法，在选取样方时，要秉承随  
机性原则，因此随机选取样方；根据结果显示，书写实验结果，对比不同组别之间，  
可得开阔地中各类植物的生物积累量均显著高于郁闭林，也可呼应后续的对现象的原  
因解释；由后续中“利于植物的生长和有机物的积累”，可推测与植物光合作用有关，  
而对比开阔地和郁闭林的区别体现在光照，因此可得开阔地光照充足。

（3）根据题意可得，植物中含碳量较高的多糖分子，可定位在淀粉和纤维素，不易被  
消化的多糖分子主要是纤维素，故为纤维素；杂草类含 N 量较高、含 C 量最低，C/N  
值最低，纤维素含量少口感好，且营养成分高，因此选杂类草；

（4）根据题意，从取食地形分析，开阔地较郁闭林生物积累量更丰富，从取食植物种  
类角度分析，杂类草最合适，综合以上可得，有蹄类动物最优取食策略是：在开阔地  
取食杂类草。

(5) 某一营养级同化量=呼吸消耗量+用于自身生长繁殖发育量, 根据题目分析, 能量的去向包括: 用于自身生长、发育和繁殖等生命活动; 呼吸作用以热能形式散失;

(6) 环境承载力主要涉及到环境对东北虎和东北豹提供的各种条件是否充足, 可包括: 气候条件, 人为干扰因素, 有蹄类动物的种群密度、年龄组成等;

18. (10 分) 水稻穗上的颖果可分为初级颖果和次级颖果 (图 1 所示)。与初级颖果相比, 次级颖果存在开花时期晚、营养积累差等特点。为研究两者差异产生的原因, 研究人员进行了相关实验。

(1) 研究人员发现 A 基因与颖果发育有关, A 基因缺失突变体的初级颖果与次级颖果发育一致。检测 A 基因缺失突变体与野生型水稻授粉后不同时间两种颖果中 IAA 的含量, 结果如图 2 所示。



图 1

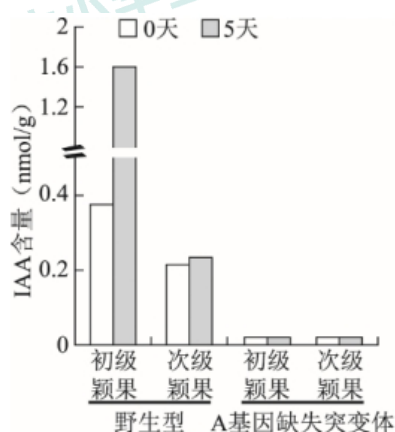


图 2

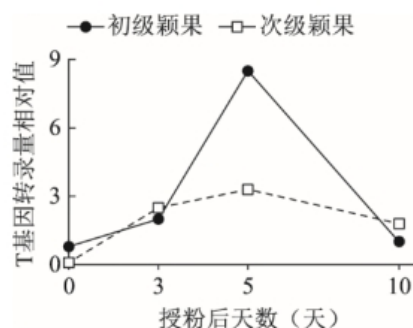


图 3

①据图 2 可知, 野生型水稻初级颖果与次级颖果发育存在差异的原因是\_\_\_\_\_。

比较野生型与 A 基因缺失突变体中两种颖果的 IAA 含量, 推测 A 基因能\_\_\_\_\_。

②研究人员检测了野生型中 IAA 合成酶基因 (T 基因) 的转录量, 结果如图 3。综合图 2、3 结果, 推测野生型中初级颖果发育优于次级颖果的原因是\_\_\_\_\_。进一

步研究发现, A 基因突变体中两种颖果的 T 基因转录量一致, 且显著低于野生型, 导致突变体的初级、次级颖果发育差异消失, 推测 A 基因可\_\_\_\_\_T 基因的转录。

(2) 研究显示, A 基因编码的 A 蛋白可与 F 蛋白结合, F 蛋白可与 T 基因启动子结合。



研究人员将 T 基因启动子与  $\beta$ -葡萄糖苷酸酶基因（GUS 基因）连接构建表达载体，导入野生型水稻叶片制备的原生质体，加入反应底物，检测 GUS 酶活性，实验处理及结果如图 4。结果说明 \_\_\_\_\_，从而确保 IAA 的生物合成。

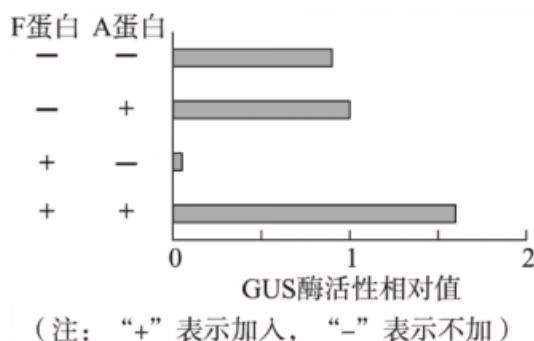


图 4

(3) 进一步研究发现，在野生型次级颖果中，当 IAA 含量达到一定水平，可解除 A 蛋白与 F 蛋白的结合，从而抑制 IAA 合成，这种调节方式称为\_\_\_\_\_调节。而在初级颖果中无此机制，因而初级、次级颖果发育出现差异。

### 【答案】

(1) ①初级颖果的 IAA 含量高，次级颖果 IAA 含量低，且授粉后初级颖果的 IAA 含量显著增加；提高 IAA 含量；②授粉 3 天至 5 天初级颖果中 T 基因转录量大于次级颖果，IAA 合成量多，发育早发育快；促进

(2) A 蛋白与 F 蛋白结合，解除了 F 蛋白对 T 基因转录的抑制

(3) 反馈

### 【解析】

(1) ①由图 2 中野生型初级颖果和次级颖果的 IAA 含量可知，初级颖果中 IAA 含量比次级颖果中的 IAA 含量高，且授粉后其 IAA 含量显著增加，但次级颖果中 IAA 含量无显著变化；与野生型相比，A 基因缺失突变体中 IAA 含量极低，即突变体组 IAA 的含量基本没有积累；②授粉后野生型初级颖果中 T 基因的转录量在第 3-5 天达最大量，IAA 酶含量增多，IAA 含量增多，促进颖果的发育，而次级颖果的 T 基因转录量显著低于初级颖果，进而发育较慢；A 基因突变导致 T 基因转录量一致，故而 A 基因促进 T 基因

的转录。

(2) A 蛋白与 T 基因启动子均可和 F 蛋白结合，当 F 蛋白和 T 基因启动子结合时，T 基因启动子无法起始转录，进而无法合成 IAA 合成酶；由图 4 可知，当 F 蛋白和 A 蛋白都未加入时，GUS 酶有较高的活性，说明 T 基因启动子可以起始转录；当只加入 A 蛋白时，GUS 酶活性较高，说明 A 蛋白和 F 蛋白结合，T 基因启动子解除结合状态，可以起始转录；当只加入 F 蛋白时，GUS 酶活性较低，说明 F 蛋白和 T 基因启动子结合，T 基因转录受到抑制；当 F 蛋白和 A 蛋白都加入时，GUS 酶有较高的活性，说明 F 蛋白和 A 蛋白结合，F 蛋白无法和 T 基因启动子结合，T 基因起始转录；

(3) 当 IAA 含量较低时，A 蛋白和 F 蛋白结合，T 基因可以转录出 IAA 合成酶，催化 IAA 的合成，当 IAA 含量过高时，解除 A 蛋白和 F 蛋白的结合，从而 F 蛋白与 T 基因启动子结合，T 基因无法转录，IAA 无法合成，含量进而降低，此调控方式为反馈调节。

19. (13 分) 造血干细胞 (HSC) 在骨髓中产生，可分化和发育为血细胞和免疫细胞。当受到某些细胞因子刺激后，骨髓中的 HSC 释放到外周血中，此过程称为 HSC 动员。收集外周血中的 HSC，可用于干细胞移植及血液疾病治疗。

(1) 图 1 表示 HSC 动员的机制。由图可知，粒细胞集落刺激因子 (G-CSF) 刺激骨髓中的伤害性感受神经元，促进神经纤维末梢中的\_\_\_\_\_融合，释放神经肽 (CGRP)，CGRP 作为一种\_\_\_\_\_可作用于 HSC \_\_\_\_\_上的受体，促进 HSC 迁移至血管中。

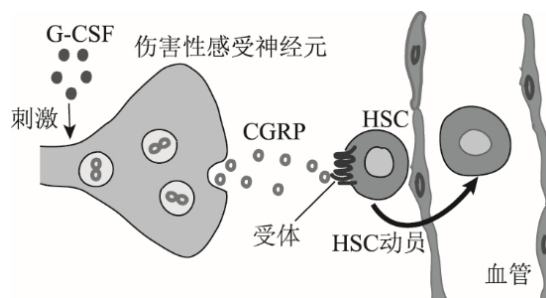


图 1

(2) 研究人员用 RTX 药剂使小鼠的伤害性感受神经元失活, 未处理的神经元为对照组, 实验处理及检测结果如下表所示。

组别	注射物质		CGRP 相对量	外周血中 HSC 的相对量
RTX 组	溶剂	V	I	3
RTX 组	CGRP		II	10
对照组	溶剂		III	10
对照组	CGRP		IV	20

表中实验结果支持了图 1 中的过程, 请完善表格, V 处注射\_\_\_\_\_刺激小鼠,

I ~ IV 处数据依次为\_\_\_\_\_ (选填数字 “0、6、15、6”)

(3) R 蛋白是 HSC 上受体的组分之一。为研究 HSC 动员对骨髓造血的影响, 研究人员以野生型小鼠及敲除编码 R 蛋白基因的小鼠为实验材料, 实验处理及检测结果如图 2 和图 3 所示。

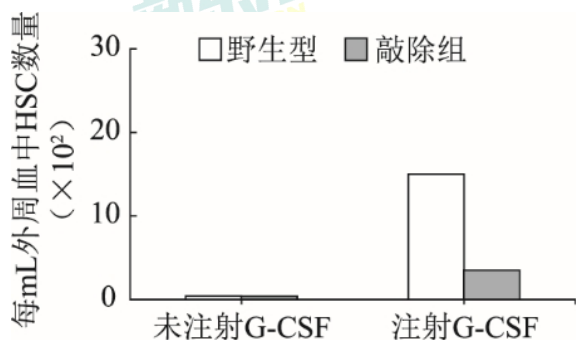


图 2

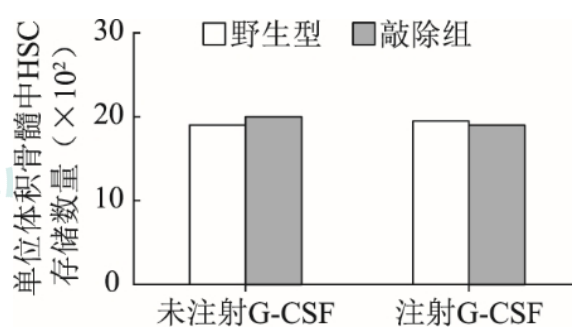


图 3

①图 2 结果表明 R 蛋白是受体响应 CGRP 信号所必须的, 依据是\_\_\_\_\_。

②图 3 结果说明\_\_\_\_\_。

③综合图 2 和图 3 实验数据可知, G-CSF 刺激后, 野生型小鼠体内 HSC 总量明显高于敲除组, 推测原因是\_\_\_\_\_。

(4) 辣椒中富含辣椒素, 辣椒素也可作用于伤害性感觉神经元。为探究其能否增强由 G-CSF 刺激引起的造血干细胞动员, 研究人员给野生型小鼠分别喂食含辣椒素的辛辣食物及普通食物, 检测并比较两组小鼠体内 CGRP 的量。请补充完善上述实验方案。

**【答案】**

(1) 突触小泡与突触前膜；细胞因子（信号分子、神经递质）；细胞膜

(2) G-CSF；0、6、6、15

(3) ①注射 G-CSF 后野生型的外周血中 HSC 的含量有明显增加，而敲除组的外周血中 HSC 的含量在注射后增加量明显低于野生型。

②R 蛋白对骨髓中 HSC 的存活和增殖分化无明显影响。

③G-CSF 刺激后，野生型小鼠体内伤害性感受神经元释放 CGRP，与 HSC 细胞膜上的 R 蛋白结合，促进骨髓中的 HSC 增殖分化并释放到外周血中；而敲除组因缺少 R 蛋白，无法正常响应 CGRP 信号，其外周血中的 HSC 含量会降低。

(4) 应补充“将分别喂食辛辣食物及普通食物的小鼠，各组再随机均分为两组，对一组小鼠进行注射 G-CSF 刺激，另一组注射等量溶剂。并检测各组小鼠外周血中 HSC 的含量。”

**【解析】**

(1) 结合课本知识可知，在兴奋传递过程中。突触小泡和突触前膜融合，以胞吐的方式释放神经递质，作用于突触后膜上的特异性受体，传递信息。结合本题中“骨髓中的 HSC 在受到某些细胞因子刺激后会释放到外周血中”，可知 CGRP 应属于细胞因子（信号分子）。

(2) 根据 (1) 中信息可知 G-CSF 刺激骨髓中的伤害性感受神经元，从而引起 HSC 动员，故 V 处应填写“G-CSF”。同时结合表格中“外周血中 HSC 的相对含量”，可知 I-IV 中的数据顺序。

(3) 根据图 2 和 3 的实验结果可知，刺激前后野生型小鼠外周血中 HSC 的含量有明显增加，而敲除组增加不明显；同时刺激前后，野生型和敲除组小鼠的骨髓中 HSC 存储数量均无明显变化。

(4) 根据实验目的：探究辣椒素能否增强由 G-CSF 刺激引起的造血干细胞动员，故应



增加 G-CSF 处理，并通过检测外周血中 HSC 的含量体现造血干细胞动员程度。

20. (13 分) 阅读以下材料，完成 (1) ~ (4) 题。

叶绿体与细胞核双定位 Y 蛋白对于番茄抗低温的机制分析

番茄易受低温伤害，导致严重减产。我国科研人员从番茄低温诱导表达数据库中发现了 Y 基因，低温处理使其转录量升高。Y 基因编码的 Y 蛋白是植物特有的 DNA 结合蛋白，定位于叶绿体和细胞核。4°C 低温处理后，Y 基因过表达株系比野生型明显耐低温，而敲除 Y 基因的株系的低温耐受能力低于野生型。

低温会导致活性氧 (ROS) 产生，而大量的 ROS 会破坏植物细胞光合膜系统。电镜观察叶绿体超微结构发现，与野生型相比，低温处理后 Y 基因过表达株系的类囊体结构相对完整、叶绿体中淀粉粒数量少，而敲除 Y 基因的株系类囊体受损更严重且淀粉粒数量更多。科研人员对 Y 蛋白的作用机制进行了研究。

类囊体膜上的光合复合体 PSII 是光反应中吸收、传递并转化光能的重要场所，叶绿体基因编码的 D1 蛋白是 PSII 的核心蛋白，低温会被破坏 D1 蛋白。常温下 Y 基因过表达株系中的 D1 蛋白含量与野生型相同，而低温处理下，野生型中 D1 蛋白含量下降，Y 基因过表达植株的 D1 蛋白含量基本保持稳定，从而保护了 PSII。

I 酶和 A 酶分别参与叶绿体中淀粉的合成与降解。在细胞核中，Y 蛋白可通过与两者启动子结合，调控 I 酶和 A 酶基因的转录，降低低温下叶绿体中淀粉的积累。

R 酶由 8 个大亚基蛋白和 8 个小亚基蛋白组成，是 CO<sub>2</sub> 固定过程中的限速酶，对低温胁迫尤为敏感。小亚基蛋白由 S 基因编码，S 基因过表达植株与野生型相比，低温下 R 酶含量更高且耐低温能力更强。研究还发现，Y 蛋白能够与 S 基因的启动子结合并增强其转录，从而在低温胁迫下维持 R 酶的含量。

农业生产中，Y 基因的发现及其调控机制的研究，为增强冷敏感作物的低温抗性提

供了有效途径。

(1) 低温导致番茄细胞产生大量的\_\_\_\_\_破坏叶绿体类囊体膜，影响光反应的进行，为碳反应提供的\_\_\_\_\_减少，降低了植物光合速率。据文中信息，低温下 Y 基因过表达植株有利于光反应进行的直接原因有\_\_\_\_\_。

(2) 研究过程中为确定 Y 蛋白在低温胁迫下维持 D1 蛋白含量稳定的作用机制，科研人员进行了如下实验

实验材料	实验处理	检测指标	实验结果
Y 基因过表达植株及野生型	施加硫酸链霉素（可抑制叶绿体编码基因翻译）后，低温处理	D1 蛋白含量	Y 基因过表达植株 __I__野生型
	低温处理	与 D1 蛋白降解相关基因的转录量	Y 基因过表达植株 __II__野生型

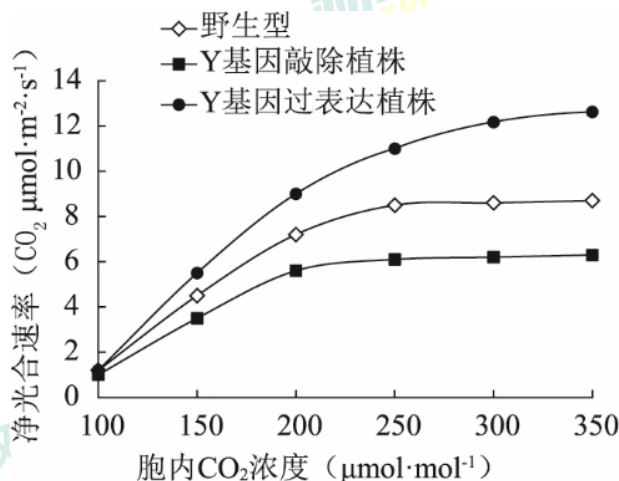
结果说明在番茄中过量表达 Y 基因增加了 D1 蛋白的合成，而未减少 D1 蛋白降解。请在上述表格 I、II 处将实验结果补充完整。

(3) 叶绿体中的淀粉粒积累抑制光合作用。根据 Y 蛋白功能特点，结合文中信息，推测细胞核中的 Y 蛋白低温下减少叶绿体中淀粉积累的具体机制：

\_\_\_\_\_。

(4) R 酶在\_\_\_\_\_（场所）中催化  $\text{CO}_2$  与 RuBP ( $\text{C}_5$ ) 结合，生成 2 分子\_\_\_\_\_。

如图为野生型、Y 基因过表达及敲除植株，在  $4^\circ\text{C}$  处理 12 小时后在一定光照强度下测定的净光合速率。下列相关分析合理的包括



- A. Y 基因过表达植株的  $\text{CO}_2$  饱和点大于野生型
- B.  $\text{CO}_2$  浓度在  $100 \sim 200 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$  之间时，三组植株净光合速率随  $\text{CO}_2$  浓度的增加而升高
- C.  $\text{CO}_2$  浓度等于  $250 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$  时，若突然增大光强，叶绿体内  $\text{C}_5$  将减少
- D.  $\text{CO}_2$  浓度大于  $250 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$  时，限制野生型和 Y 基因敲除植株净光合速率增加的环境因素可能是光强
- E. 低温下 Y 基因过表达植株 R 酶的小亚基蛋白含量高，固定  $\text{CO}_2$  能力强于野生型

【答案】

(1) ROS ATP 和 NADPH (或“[H]”)

Y 基因过表达植株叶绿体的类囊体结构相对完整；低温下 Y 基因过表达植株的 D1 蛋白含量稳定，从而保护了 PSII

(2) D1 蛋白含量基本等于 与 D1 蛋白降解相关基因的转录量基本等于

(3) 细胞核中 Y 蛋白可与编码 I 酶和 A 酶基因的启动子结合，抑制编码 I 酶基因转录，促进编码 A 酶的基因转录，导致 I 酶减少、A 酶增加，从而使淀粉合成减少，分解增多，降低叶绿体中淀粉的积累

(4) 叶绿体基质  $\text{C}_3$  ABDE

【解析】

(1) 由材料可知，低温产生大量 ROS 破坏光合膜系统，光反应产生 ATP 和 NADPH (或“[H]”) 用于暗反应。由材料可知 D1 蛋白含量基本保持稳定，保护了 PS II，保证吸收、传递、转化光能，使类囊体膜结构相对完整。

(2) 虽然 Y 基因增加 D1 蛋白合成，但施加的硫酸链霉素抑制叶绿体基因翻译，则 Y 基因过表达和野生型的 D1 蛋白含量基本一致。而 Y 基因过表达不能减少 D1 蛋白降解，则两组与降解相关基因表达量基本一致。

(3) 由材料可知 I 酶和 A 酶分别参与叶绿体中淀粉的合成与降解，而 Y 蛋白可通过与

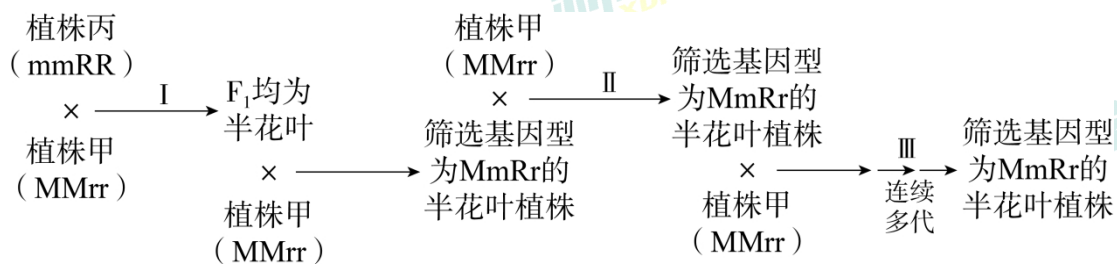
两基因启动子结合，调控 I 酶和 A 酶基因的转录最终导致淀粉积累。可推测 Y 蛋白与 I 酶基因启动子结合，抑制其转录；Y 蛋白与 A 酶基因启动子结合，促进其转录；导致 I 酶含量下降，A 酶含量增加，抑制淀粉合成，促进淀粉降解，导致淀粉积累量下降；

(4) 暗反应场所为叶绿体基质，二氧化碳会被  $C_5$  固定形成两分子  $C_3$ ；由图可知 Y 基因过表达植株二氧化碳饱和点大于另外两组。在  $100 \sim 200 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$  之间三组净光合速率均逐渐升高。增大光强，产生的 ATP 和 [H] 增加导致  $C_3$  还原速度增加，会使  $C_5$  增加。大于  $250 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$  时这两组已经达到饱和，限制因素为非横坐标的其他因素，可能是光照强度。由材料可知 Y 蛋白可促进 S 基因转录，合成更多的小亚基蛋白，提高了二氧化碳固定能力。

21. (12 分) 科研人员在圆叶油菜(野生型)中新发现一株纯合花叶雄性不育株(植株丙)，利用其雄性不育的特性进行育种实验。

(1) 将圆叶和花叶植株进行杂交，正反交实验所得  $F_1$  均为介于圆叶与花叶之间的半花叶，判断控制圆叶的基因与控制花叶的基因间显隐性关系为\_\_\_\_\_。

(2) 纯合油菜优良品系甲和乙，均为圆叶雄性可育植株。油菜育性相关基因 M/m 在 9 号染色体上，R/r 在 7 号染色体上。在 R 基因存在时，m 基因纯合，可导致植株雄性不育。控制圆叶与花叶的基因位于 10 号染色体上。科研人员利用甲、丙进行下图所示杂交实验。



① 经过程 I 产生的  $F_1$  均为半花叶，若  $F_1$  自交，则雄性不育株所占比例约为\_\_\_\_\_，经过程 II 产生的子代中，基因型为 MmRr 的半花叶植株所占比例约为\_\_\_\_\_。



②过程Ⅱ所产生的半花叶子代中，可用\_\_\_\_\_技术将基因型为  $MmRr$  的植株筛选出来，该技术所需原料及试剂包括\_\_\_\_\_。

③过程Ⅲ连续多代与植株甲杂交、筛选的目的是\_\_\_\_\_。

(3) 纯合圆叶品系乙 ( $MMrr$ ) 具有其他一些优良性状，请在上述杂交、筛选结果的基础上，设计育种方案，完成下列育种目标：获得兼具品系甲和乙优良性状的杂种一代植株，并能以叶形性状作为标记性状区分杂交种。

请写出育种方案：

### 【答案】

(1) 不完全显性

(2) ①  $3/16$        $1/8$

② PCR      引物、DNA 聚合酶、4 种脱氧核苷酸 (dNTP)、DNA 模板

③ 将花叶基因以外的遗传背景替换为植株甲的基因，使花叶基因与甲的优良性状基因整合在同一植株上，同时保留雄性不育的基因

(3)

① 将筛选得到的基因型为  $MmRr$  的半花叶植株自交 (或 “与相同基因型个体杂交”)，获得花叶植株

② 在花叶植株中，筛选得到基因型为  $mmRR$  (或 “ $mmRr$ ”) 的花叶植株

③ 将基因型为  $mmRR$  (或 “ $mmRr$ ”) 的花叶植株与品系乙杂交，所有半花叶为杂交种。

## 【解析】

(1) 已知亲本分别为圆页和花叶， $F_1$  个体均为介于二者之间的半花叶，故为不完全显性；

(2)

①由杂交实验图可知，丙为  $mmRR$ ，甲为  $MMrr$ 。题目文字信息可知雄性不育植株的基因型为  $R\_mm$ ，所以可知  $R\_mm$  的概率为  $3/4 \times 1/4 = 3/16$ ；过程 2 中，半花叶  $F_1$  与植株甲 ( $MMrr$ ) 杂交，子代叶型为半花叶的概率为  $1/2$ ，且个体  $MmRr$  的概率为  $1/2 \times 1/2 = 1/4$ 。故答案为  $1/2 \times 1/4 = 1/8$ ；

②要求测定个体  $MmRr$  的基因型，因此选用 PCR 技术。技术需要的原料和试剂为引物、DNA 聚合酶、4 种脱氧核苷酸 (dNTP)、DNA 模板等；

③题中选用植株甲和植株丙杂交，且连续多代与植株甲杂交，所以可知育种的目的是选育同时具有二者优良性状的个体。丙品系的优良性状为花叶和雄性不育，甲品系具有除上述性状以外的其他优良性状，所以筛选的目的是选育具有花叶基因以外的遗传背景替换为植株甲的基因，使花叶基因与甲的优良性状基因整合在同一植株上，同时保留雄性不育的基因。

(3) 条件一：品系乙为纯合圆叶且具有其他一些优良性状；条件二：上述杂交筛选的基础上设计育种方案；条件三：育种目的是获得兼具品系甲和乙优良性状的杂种一代植株，并能以叶形性状作为标记性状区分杂交种。条件三中的关键词为“兼具甲和乙”“杂种”“叶型区分”。条件二可知，一定需要使用 (2) 中杂交筛选获得的个体 (半花叶， $MmRr$ ，雄性不育的个体)。所以使用筛选得到的基因型为  $MmRr$  的半花叶植株与相同基因型个体杂交 (自交) 获得花叶植株；又因为要获得杂种个体，只能选择杂交，所以在其中筛选雄性不育的个体 ( $R\_mm$ ) 用于杂交；因为目标个体要兼具甲和乙的优良，所以选出的花叶-雄性不育个体和乙品系杂交，杂种子代为半花叶；建议可以将叶型选用另外的一对字母表示，有利于分析过程。

