2021 北京海淀高三一模

生　　物

2021.04

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纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回。

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.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

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

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

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

A.促进浆细胞增殖并释放出淋巴因子

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

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

6.下列对相关生物实验的叙述，正确的是

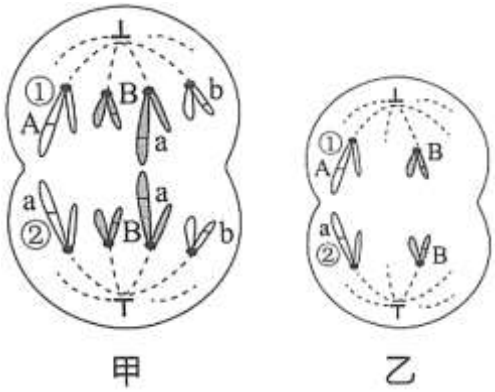
A.洋葱根尖经解离、漂洗、染色和制片，部分细胞中可观察到染色体

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

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



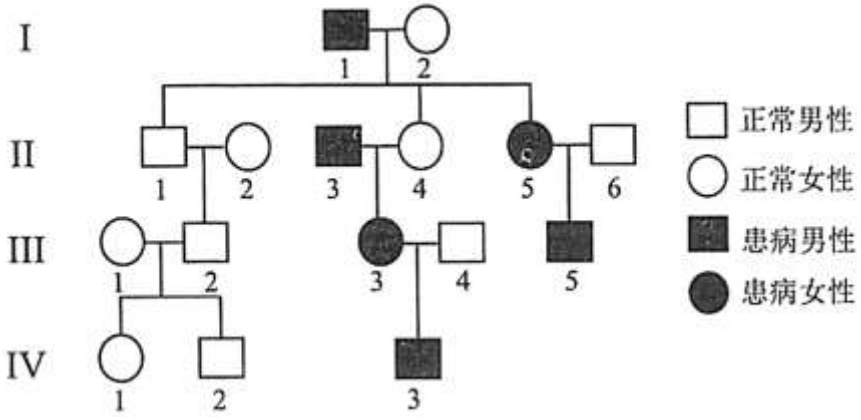
A.甲图所示细胞处于有丝分裂后期，有 4 个染色体组

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 的两种精子

D.乙图中细胞处于减数第二次分裂后期

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

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

10.抑制素（INH）是--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 的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

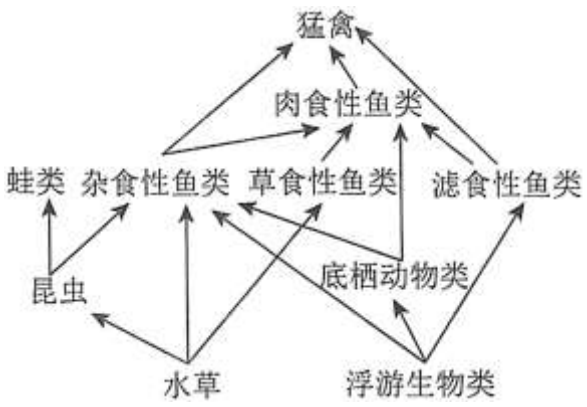
A.INH 通过体液运输到靶器官，具有微量高效的特点

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

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



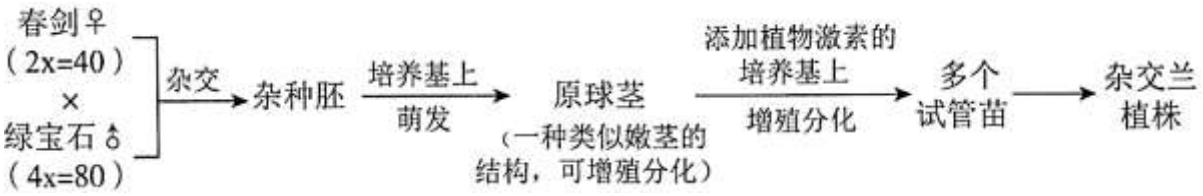
A.该公园生物群落的变化属于初生演替

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

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。下列分析不正确的是



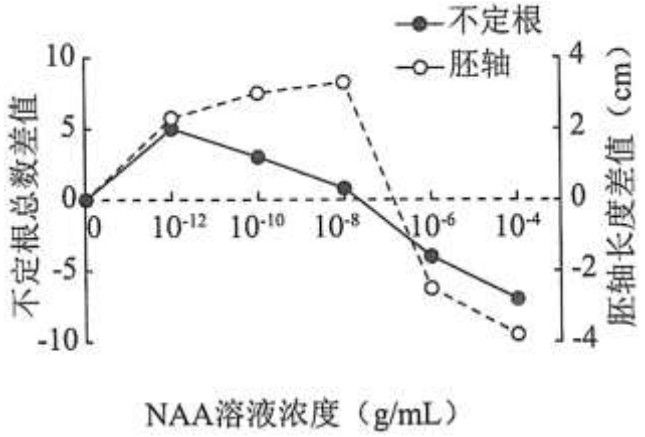
A.调整培养基中植物激素的配比可影响原球茎的分裂与分化

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

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}g/mL NAA 处理抑制了不定根生根数量

D.10^{-6}g/mL NAA 处理组胚轴依然生长

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 地理 种群　　数量	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

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 *BMAL*1 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

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

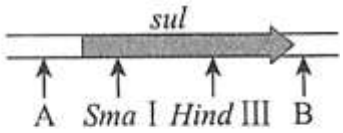


图 2

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。

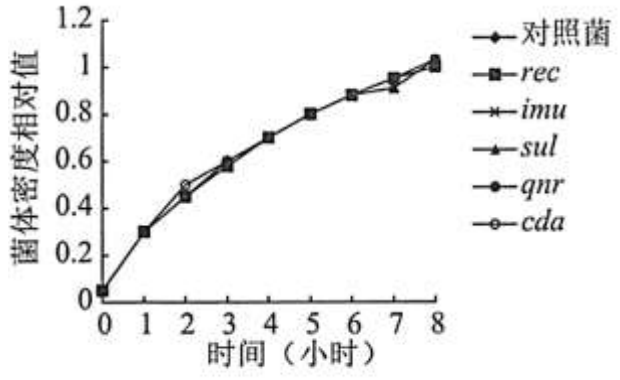


图 3

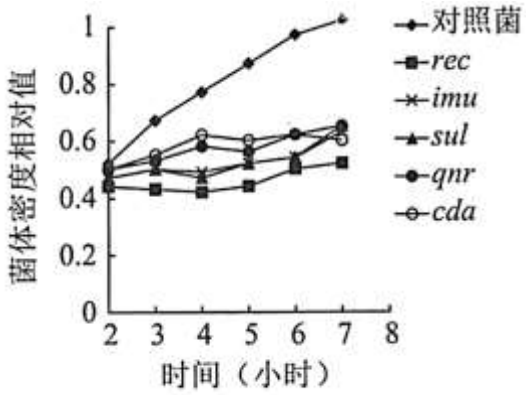


图 4

（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

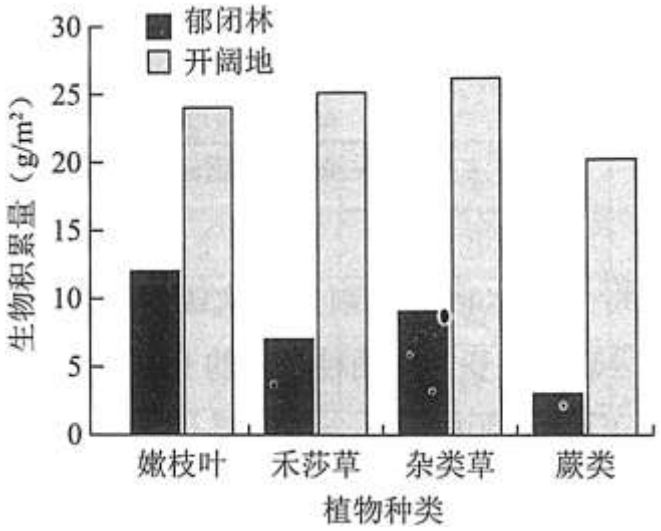
C.其表达产物可裂解大肠杆菌，检测后的剩余菌液可直接倒掉

D.为长期保存该工程菌，应加入--定浓度的甘油冻存于-20℃

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（写出两条）

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

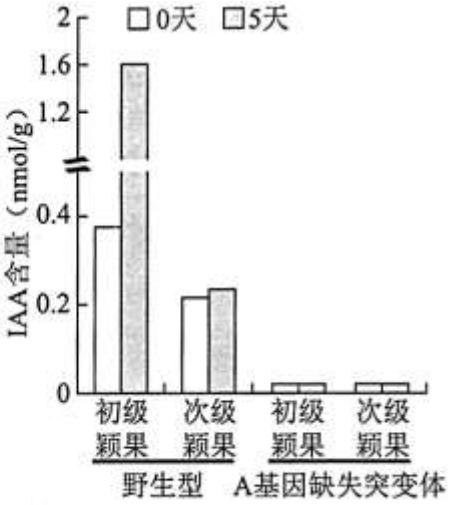


图 2

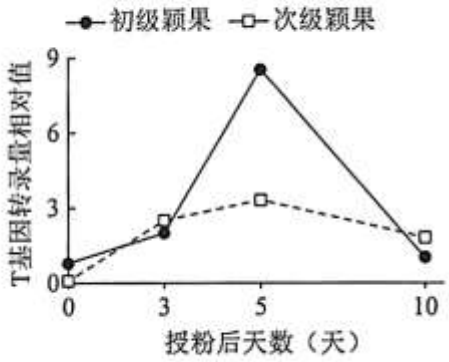


图 3

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 β-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。

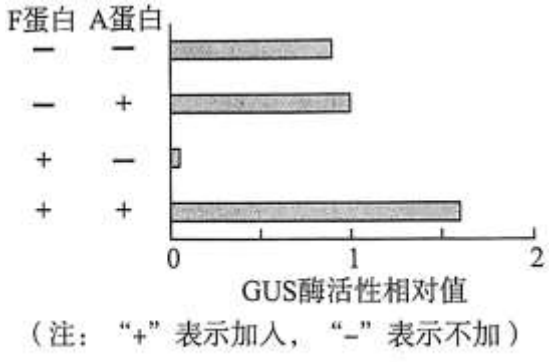


图 4

（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。

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。

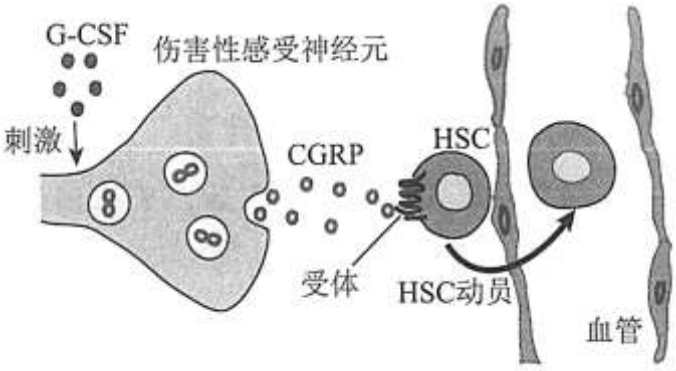


图 1

（2）研究人员用 RTX 药剂使小鼠的伤害性感受神经元失活，未处理的小鼠为对照组，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 处为注射_____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--。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。

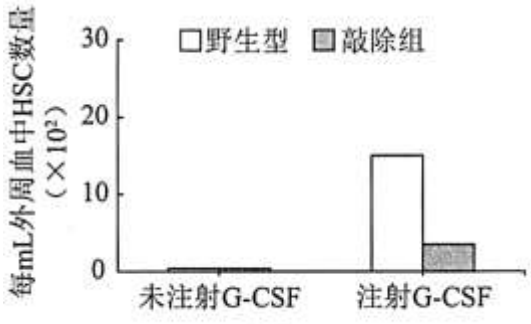


图 2

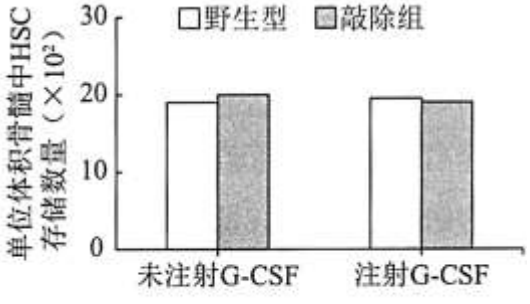


图 3

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受神经元。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 含量。请补充完善上述实验方案。

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℃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_2 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_____。

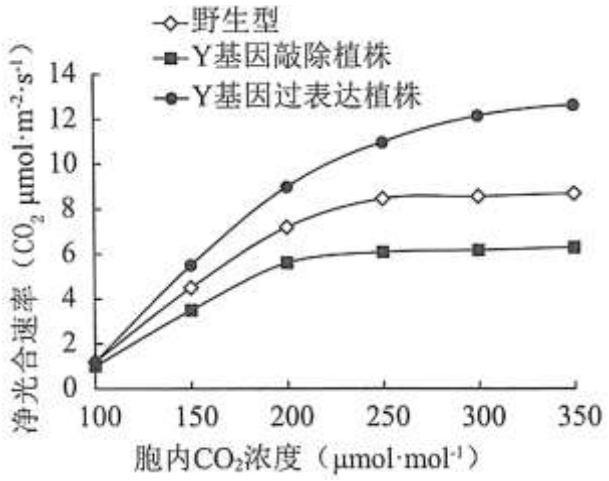
（2）为研究 Y 蛋白在低温胁迫下维持 D1 蛋白含量稳定的机制，科研人员进行了如下实验

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（可抑制叶绿体编码的基因翻译）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）叶绿体中淀粉粒的积累会抑制光合作用。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 CO_2 与 RuBP（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，4℃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 CO_2 饱和点大于野生型

B.CO_2 浓度在 100~200μmol·mol^{-1} 之间时，三组植株净光合速率随 CO_2 浓度的增加而升高

C.CO_2 浓度等于 250μmol·mol^{-1} 时，若突然增大光强，叶绿体内 C_5 将减少

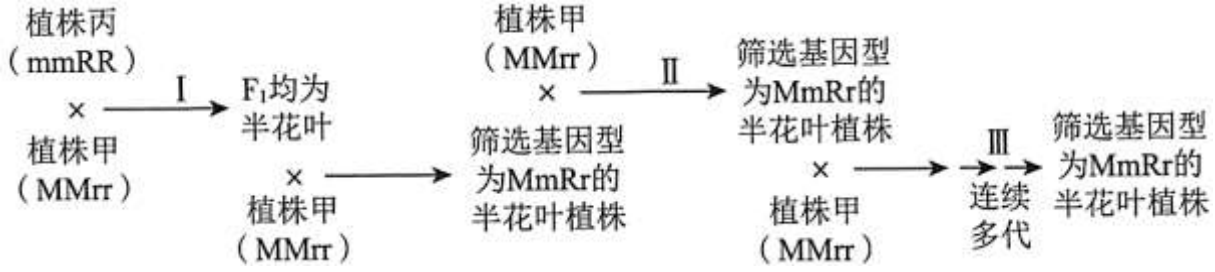
D.CO_2 浓度大于 250μmol·mol^{-1} 时，限制野生型和 Y 基因敲除植株净光合速率增加的环境因素可能是光强

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 CO_2 能力强于野生型

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 均表现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，则子代中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 II 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：

2021 北京海淀高三一模生物

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.B　2.D　3.A　4.D　5.C　6.A　7.B　8.A　9.A　10.B

11.C　12.C　13.C　14.D　15.C

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16.（10 分）

（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

17.（12 分）

（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

18.（10 分）

（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

19.（13 分）

（1）突触小泡与突触前膜　神经递质（或“信号分子”）　细胞膜

（2）G-CSF　0、6、6、15

（3）①注射 G-CSF 刺激后，敲除组外周血中 HSC 数量显著低于野生型

②HSC 动员对骨髓中 HSC 的存储量无影响

③HSC 迁移至外周血导致骨髓中 HSC 增殖，维持骨髓中 HSC 的储存量，从而使体内 HSC 总量增加

（4）需补充 2 点：

1.实验处理：需要对喂食辛辣食物与普通食物的野生型小鼠分别注射 G-CSF

2.检测指标：需要检测两组小鼠外周血中 HSC 的数量

20.（13 分）

（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　C_3　ABDE

21.（12 分）

（1）不完全显性

（2）①3/16　1/8

②PCR　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。