2026 北京丰台高三一模

生　　物

姓名：_____准考证号：_____

本试卷共 11 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. 某高三学生发现新物种括苍山脊蛇。将括苍山脊蛇与北京地区最常见的白条锦蛇对比，下列叙述正确的是（　　）

A. 含量最多的化合物都是蛋白质

B. 生命活动的基本单位都是细胞

C. 两种生物的细胞，基本结构不同

D. 细胞衰老后代谢速率都会加快

2. 我国科研人员研发出新材料，可利用 CO_2 和 H_2O 在自然光下产生 CO 和 CH_4.该材料上能发生水的光解反应。因能积累电子，其能量转换效率高于天然光合作用。下列叙述错误的是（　　）

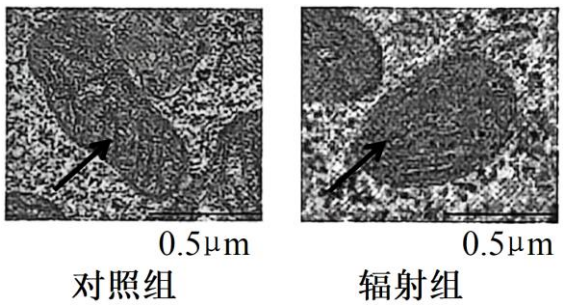
A. 人工光合作用能转化光能

B. 天然光合作用时电子无法积累

C. 新材料可类比为叶绿体内膜

D. 新材料可降低环境中 CO_2 的浓度

3. 临床上用 X 射线辐照血液制品，提高输血时的安全性，但可能对血小板产生影响。血小板活性与线粒体密切相关。研究者利用常规剂量的 X 射线辐照血小板，结果发现，两组血小板无明显差异，内部线粒体结构均呈现完整状态。下列叙述错误的是（　　）



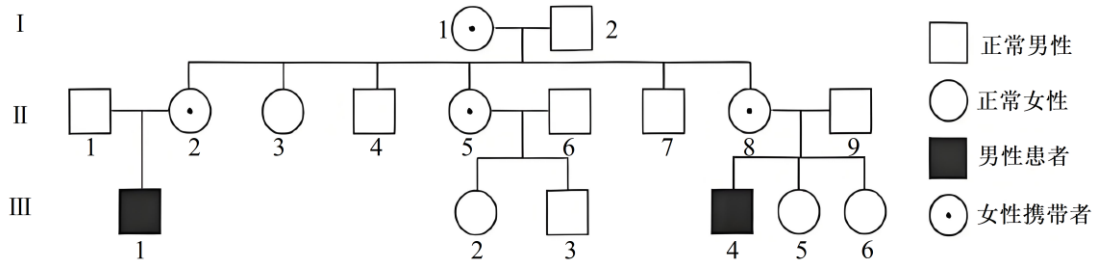
A. 图中箭头所指结构为线粒体内膜，葡萄糖会在内膜上分解成丙酮酸

B. 实验时需选取多名健康人的血小板样本，每份均分为对照组与辐照组

C. 实验初步证实常规剂量 X 射线辐照不会显著损伤血小板的线粒体结构

D. 可延长观察周期，探究被 X 射线辐照过的血小板输入人体内后存活时间

4. 某铜代谢障碍病患者的 A 基因突变，导致转运铜的 ATP 酶失活，造成肠道铜堆积，但脑、肝极度缺乏铜，依赖铜的酶全面失活。下图为患者家族系谱图，下列叙述错误的是（　　）



A. 根据系谱图可初步判断该病为伴 X 隐性遗传病

B. 加强产前诊断，能有效减少该病患儿的出生概率

C. 尽早静脉注射能跨膜运输的含铜药物，可缓解症状

D. II-1 和 II-2 再生育，所生男孩患病的概率是 1/4

5. 1953 年 DNA 双螺旋结构的发现具有里程碑式的意义，下列叙述错误的是（　　）

A. 实验和数据是演绎理论的基础，重大科学突破需多人多学科协作

B. 富兰克林根据拍摄的 DNA 衍射图谱推算出 DNA 结构的众多参数

C. 查哥夫计算出碱基含量：腺嘌呤=胞嘧啶，鸟嘌呤=胸腺嘧啶

D. 沃森和克里克尝试搭建过很多种不同的双螺旋和三螺旋结构模型

6. 人类的 cGAS 蛋白会抑制 DNA 断裂后的修复，导致 DNA 损伤积累。但裸鼹鼠的 cGAS 蛋白却能促进 DNA 修复。研究发现两者的 cGAS 蛋白有 4 个氨基酸不同。下列叙述错误的是（　　）

A. DNA 损伤积累可能会诱发细胞衰老和癌变

B. 氨基酸不同会引起 cGAS 蛋白空间结构不同

C. 裸鼹鼠与人类的 cGAS 基因上的密码子不同

D. 通过基因工程可以改造人类的 cGAS 蛋白

7. 研究人员研制了葡萄糖敏感型胰岛素（NNC）。当葡萄糖浓度从 3mmol/L 增加到 20mmol/L 时，NNC 的空间结构发生可逆改变，与胰岛素受体的结合能力增加了 3.2 倍。下列叙述错误的是（　　）

A. 血糖浓度较低时，NNC 与胰岛素受体的结合能力较弱

B. 该药发挥作用后会促进糖原和非糖物质转化为葡萄糖

C. 该药不适用于对胰岛素敏感性降低的 2 型糖尿病

D. NNC 可智能调节降糖效果，避免低血糖的出现

8. 2026 年 3 月我国首创的脑机接口系统中，电子芯片能采集大脑皮层发出的脑电波，将信号转化为可识别

的控制指令，绕过患者受损的颈部脊髓，控制手部肌肉完成喝水、写字等精细运动。下列叙述错误的是（　　）

A. 受损的脊髓属于中枢神经系统

B. 芯片采集到的信号是化学信号

C. 有运动需求时，相应神经元有动作电位产生

D. 因反射弧不完整，治疗前患者无法完成缩手反射

9. 大西洋鲑鱼产卵时需从海水环境中洄游到淡水环境，产卵后再次回到海里。下列叙述正确的是（　　）

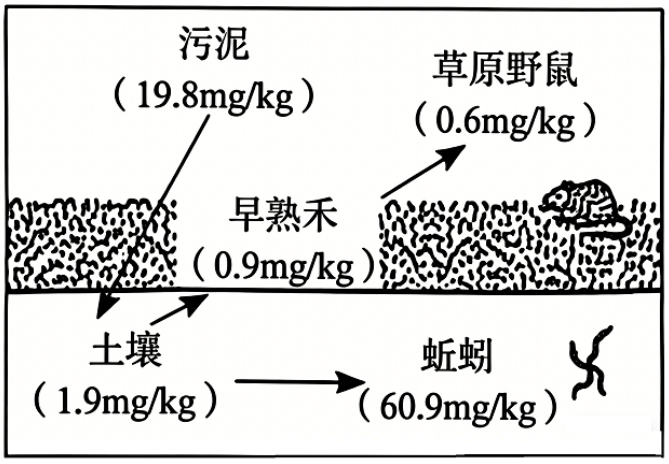
A. 由海水进入淡水，鲑鱼细胞外液渗透压会升高

B. 由海水进入淡水，肾小管对水的重吸收会增强

C. 由淡水回到海水，下丘脑分泌抗利尿激素增加

D. 由淡水回到海水，肾上腺皮质分泌醛固酮增加

10. 对某污染地的土壤及典型物种中的重金属镉浓度（mg/kg）进行检测，数据如下图。下列叙述正确的是（　　）



A. 人类活动排放的镉不参与生态系统的物质循环过程

B. 镉元素的循环过程与碳、氮等元素的循环过程相同

C. 早熟禾中镉元素的浓度为 0.9mg/kg，实现了生物富集

D. 据图推测，可选用蚯蚓作为指示生物监测镉污染情况

11. 美国白蛾是外来入侵物种，入侵后爆发成灾。周氏啮小蜂是中国本土的多寄主型寄生蜂，能利用美国白蛾蛹的信息物质定位并寄生其中。下列叙述错误的是（　　）

A. 美国白蛾入侵初期，种群数量呈现“S”形增长

B. 新形成的寄生关系，会影响所在群落的物种丰富度

C. 定位的过程体现了信息传递可调节生物的种间关系

D. 寄主多样化，有利于提高系统营养结构的复杂程度

12. 云南梯田的“山顶森林涵养水源—山腰村寨生活—山坡梯田耕作—山脚江河补水”的结构符合生态工程原理，山坡梯田的“稻—鱼—鸭”模式取得了显著的经济效益。下列叙述错误的是（　　）

A. “森林—村寨—梯田—江河”的空间布局，体现了“整体”原理

B. 该生态系统能涵养水源保持水土，生物多样性的间接价值大于直接价值

C. 与只种植水稻相比，“稻—鱼—鸭”模式能提升生态系统的抵抗力稳定性

D. “稻—鱼—鸭”模式中，粪便为水稻提供了有机养分，实现物质循环利用

13. 诺如病毒（NV）是引起非细菌性流行性胃肠炎的主要病原体。科学家以 NV 的核衣壳蛋白 VP1 为抗原，制备出了单克隆抗体。下列叙述错误的是（　　）

A. 对小鼠反复注射 VP1，能从小鼠脾中得到产生 VP1 抗体的 B 淋巴细胞

B. 将 B 淋巴细胞和骨髓瘤细胞混合，经诱导后融合的细胞即为杂交瘤细胞

C. 对杂交瘤细胞进行克隆化培养和抗体检测，多次筛选可获得特定的杂交瘤细胞

D. 制备出该单克隆抗体，有利于进一步开发快速检测诊断试剂，控制疾病传播

14. 下列生物工程技术中，不需要用到胚胎移植技术的是（　　）

A. 利用成纤维细胞等培养出可供移植的皮肤

B. 利用乳腺生物反应器生产珍贵的医用蛋白

C. 利用本地黄牛快速大量繁殖引进的良种奶牛

D. 利用试管婴儿技术帮助有生育困难的夫妇

15. 分析下列实验现象出现的可能原因，不合理的是（　　）

选项	实验现象	可能原因
A	洋葱表皮细胞中未观察到质壁分离	细胞已死亡或外界溶液浓度高于细胞液浓度
B	绿叶光合色素提取液的颜色较浅	研磨不充分或未加二氧化硅、碳酸钙
C	观察有丝分裂时装片中细胞多层重叠	解离时间不足或制片时未压片
D	植物组织培养时被杂菌污染	外植体消毒不充分或培养基灭菌不合格

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 小鼠受到压力时会产生皮质酮，抑制浆细胞的产生。但近期研究发现，轻度压力反而促进浆细胞产生。

（1）小鼠受到压力刺激时，下丘脑中部分 CRH 细胞会释放促肾上腺皮质激素释放激素，通过_____轴

的分级调节，产生皮质酮。

（2）小鼠浆细胞没有直接受脾神经调节的相关受体。研究人员设计实验探究其受脾神经调节的方式，结果如图 1，说明脾神经可_____。由此推测，脾神经可能是通过 T 细胞调节浆细胞产生。

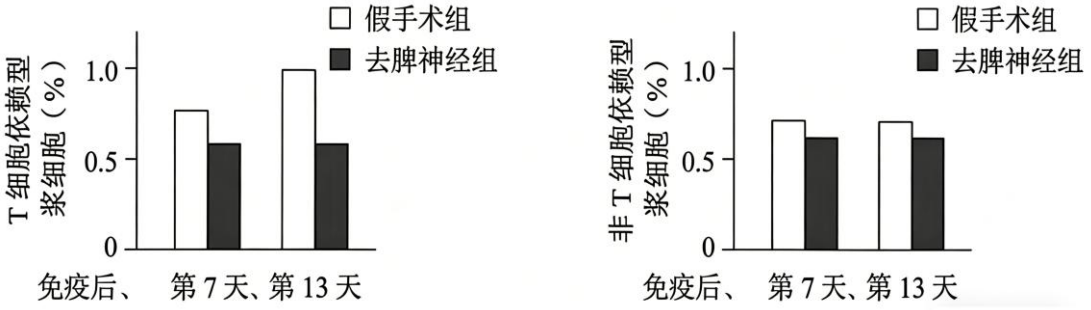


图 1

（3）直接刺激下丘脑 CRH 细胞时，检测脾神经电位变化如图 2，结果显示_____，说明 CRH 细胞能够调节脾神经活动。

图 2：



注：灰色区域可代表发生了动作电位，虚线框内为激活时的电位变化

（4）研究人员推测：轻度压力促进浆细胞产生的过程与上述（2）～（3）中通路有关，请完善下表的实验组操作，为该推测提供实验证据。

组别	实验处理		抗体水平
实验组 1	使部分 CRH 细胞凋亡	①_____	无显著差异
实验组 2	切除脾神经		
实验组 3	抑制 B 细胞的响应		
实验组 4	②_____		

（5）为探究压力对免疫的影响，研究人员对小鼠注射特异性抗原后，分别施加不同压力并测定皮质酮相对含量。实验步骤和结果如图 3，请据此将对照组的处理画在答题卡上。

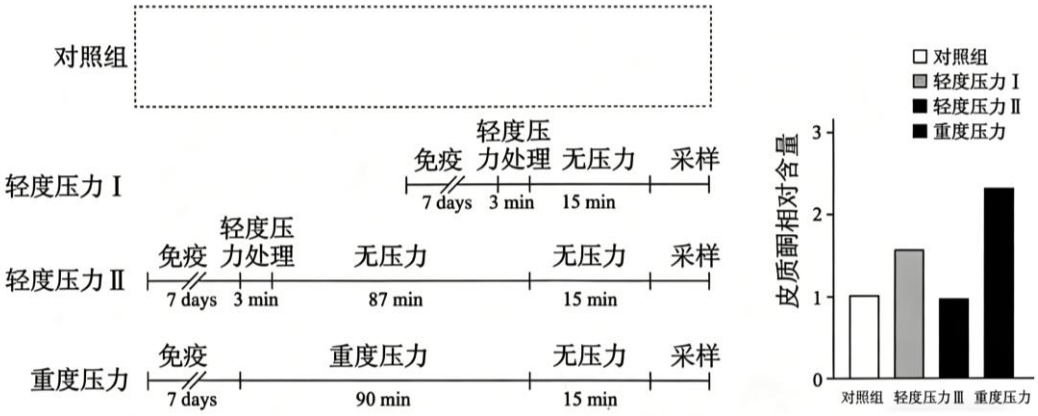


图 3

以上研究揭示了压力影响浆细胞产生的机制，该过程受_____网络调节。

17. 为探究白车轴草与黑麦草之间是否会因种间竞争而发生资源利用的分化，研究者进行了相关实验。

（1）白车轴草的生态位是指它在群落中的地位或作用，包括所处的_____，占用资源的情况，以及与其他物种的关系等。

（2）研究者在甲、乙两个地点对白车轴草进行了移栽和重栽实验。实验处理如图 1，检测白车轴草的总干重如图 2。

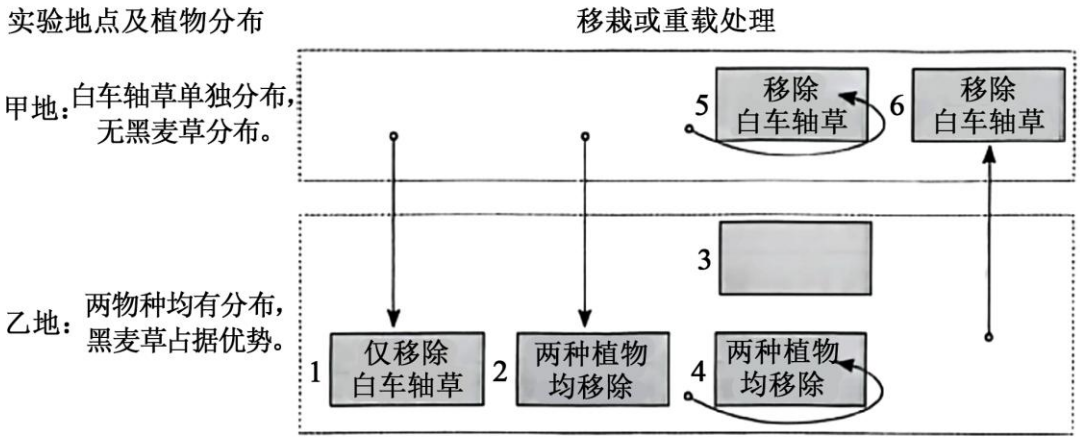


图1

注：1—6 表示样地编号，“。”表示白车轴草来源地，箭头表示白车轴草移栽/重栽方向。

①将白车轴草种植在三类实验样地中：移除白车轴草的乙地、移除白车轴草和黑麦草的乙地、_____。

②样地 3 和样地 5 是对照组，其中样地 3 的处理是移除_____、种植_____。

③据图 2 分析，样地 1 中白车轴草的总干重显著低于样地 2，说明_____。样地 3 与样地 4 相比无显著差异的原因是_____。

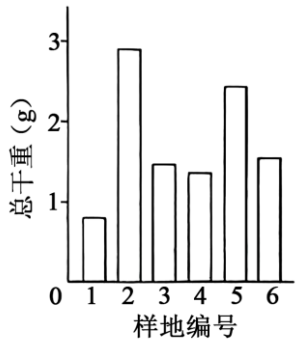


图2

（3）综合上述实验结果，可推测乙地白车轴草会因长期与黑麦草竞争而发生_____的分化，即产生了_____性进化。

18. 野生型黄瓜为雌雄同株。黄瓜花在早期发育阶段是两性花。随着心皮发育（决定雌蕊）停滞或雄蕊发育停滞，形成了单性花。外施生长素可提高黄瓜雌花比例，我国研究者对其机制进行了研究。

（1）生长素作为_____分子，对植物的生长发育起_____作用。

（2）生长素响应因子 ARF 蛋白在雌蕊中表达量显著高于雄蕊。ARF 基因突变体仅开雄花，部分雄花因心皮发育停滞而形成花柱样组织，其比例与野生型中的_____比例相似，表明 ARF 基因突变导致雌花向雄花转化。

（3）为了研究 ARF 蛋白与 STM 基因（促进雌蕊发育）的关系。研究者将 STM 的启动子中 P1~P5 区段分别与 LacZ（β-半乳糖苷酶）基因融合，导入酵母细胞。再分别将空载体、ARF 基因表达载体转入上述酵母细胞。在含有 X-gal（可被 β-半乳糖苷酶催化产生深色物质）的培养基上培养酵母菌，观察菌落颜色，结果如图 1，表明_____。

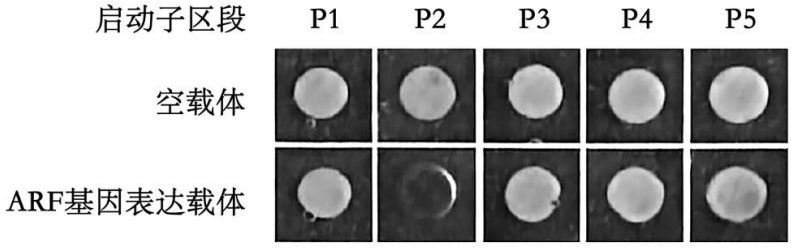


图1

（4）研究者还推测 ARF 蛋白能与 WIP 基因（抑制雌蕊发育）结合。为检验该推测，将 ARF 蛋白与 WIP 基因片段混合后进行电泳分析如图 2，实验结果验证了以上推测。实验中未标记的 DNA 片段与已标记的 DNA 片段序列_____（相同/不同），其作用是_____。请完善表格中的处理____。

组别	1	2	3	4	5
生物素标记的 DNA 片段	+				

未标记的 DNA 片段	-				
ARF 蛋白	-	+	+	+	+

注：“+”代表含有；“-”代表不含有；不同数量的“+”代表浓度的变化；生物素标记可用于显示电泳中的 DNA 片段



图2

（5）乙烯在花发育早期激活生长素以促进心皮形成。乙烯合成基因 ACS1 和 ACS2 分别促进雌蕊的形成、抑制雄蕊的形成。研究发现，ARF 与 WIP 结合后会解除 WIP 对 ACS2 基因转录的抑制。综合上述信息，请在答题卡上用适当的文字与箭头完善生长素和乙烯协同调控黄瓜雌花发育的机制。

19. 在作物育种中，培育不育系可简化制种流程、节约人工时间。

（1）科研人员培育出了具备优良性状的甘蓝油菜雄性不育系 CMS，为获得雄性育性恢复的该品系，计划引入油菜 R 中的育性恢复基因，部分流程如图 1，其中①是_____。以_____性状作为筛选依据，从而获得 BC_1 到 BC_5。

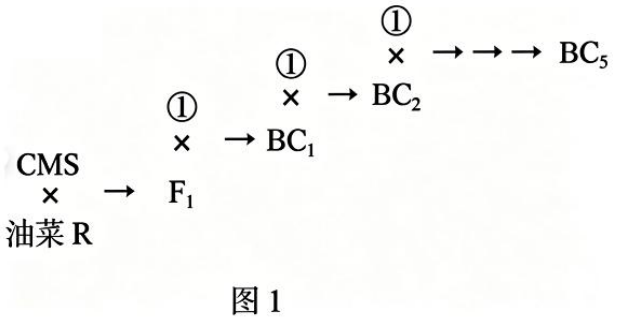


图 1

（2）在上述 BC_5 中发现一株雌性不育突变体（G）。为判断雌性不育性状的遗传方式，应从 BC_5 中选择正常植株（H）与 G 杂交，结果发现子代性状及比例为_____，推测雌性不育性状由显性单基因控制。

（3）检测发现 G 中 Bol 基因的转录量显著低于 H．对两者进行基因组测序，若结果为_____，则支持假说“Bol 基因是导致雌性不育的基因”。后续实验证明了该假说。

（4）进一步研究发现在 20±2℃稳定低温或 32±2℃稳定高温时，G 可恢复育性。且 G 中突变的 Bol 基因可使叶片呈锯齿状。基于以上信息，请利用 G 植株、CMS 植株、N 品系（可育、具备优良性状），在图 2 中完善育种流程，构建田间收获均为目标杂交种的育种体系。

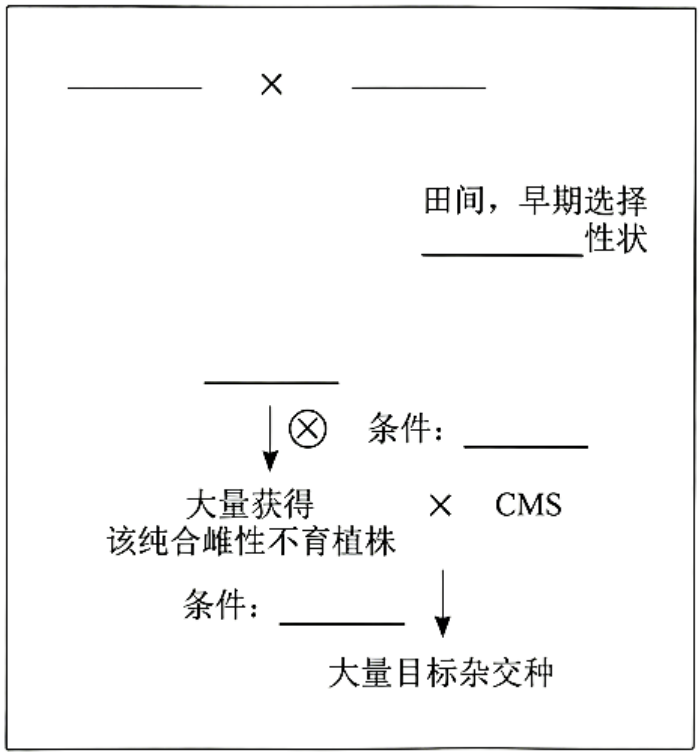


图 2

20. 水稻 His 基因控制合成的酶参与除草剂的代谢解毒过程。科研人员利用基因编辑工具 Cre-LoxP 系统和 CRISPR/Cas9 系统提高 His 基因表达水平。

（1）Cre-LoxP 系统包含三种载体，载体 1、载体 2 携带 Lox 序列，载体 3 携带 Cre 酶基因。

三种载体通过_____法导入水稻细胞后，载体 1、2 的 Lox 序列会分别插入目的基因左侧、右侧，载体 3 表达的 Cre 酶可特异性识别 Lox 序列，催化如图 1 所示的剪切过程，实现一对 lox 序列间的基因敲除。

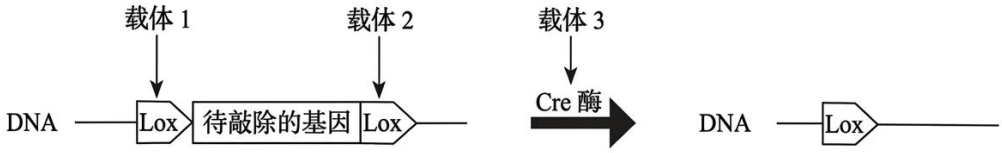


图 1

（2）His 基因所在的染色体部分片段如图 2，其附近的 RPL 基因带有强启动子。RPL 基因表达水平变化不会对水稻植株的生命活动造成影响。

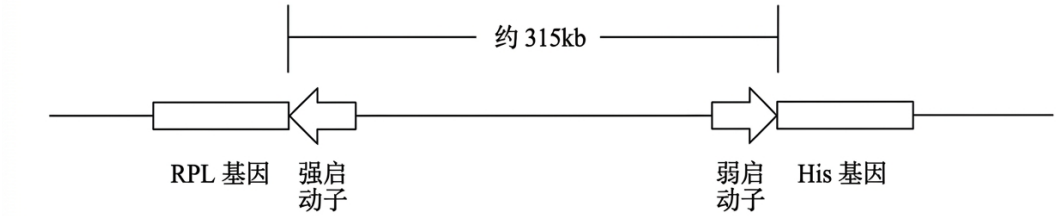


图 2

科研人员优化了 Cre-LoxP 系统，使其能引起 315kb 片段位置颠倒，导致_____，提高 His 基因的表达。

请根据图 3 中 Cre 酶切割位点，在下表中选出可行的 Lox 序列组合_____，使该系统在 Cre 酶切割及细胞内 DNA 连接酶修复后，能实现上述实验目的。

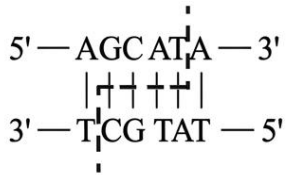
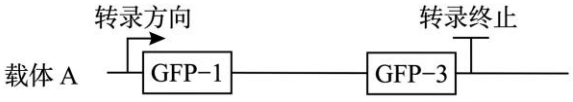
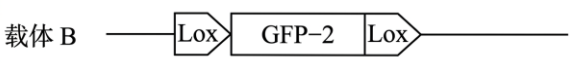
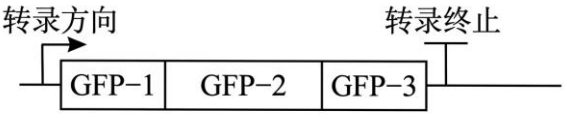


图 3

组合	左侧 Lox 5'——3'	右侧 Lox 5'——3'
一	AGCATA	TATGCT
二	AGCATA	AGCATA
三	TATGCT	TATGCT
四	TATGCT	AGCATA

（3）科研人员利用 CRISPR/Cas9 基因编辑技术去除 Cre-LoxP 操作后残留的 Lox 序列（“痕迹”）。为了检验 CRISPR/Cas9 去除痕迹的情况，建立荧光报告系统：将载体 A、载体 B 和 CRISPR/Cas9 共同导入水稻原生质体中。若 Lox 序列被去除，则原生质体可检测到绿色荧光。

	无绿色荧光
	无绿色荧光
 注：GFP-1、GFP-2 和 GFP-3 片段可以通过同源重组的方式拼接成完整的 GFP（绿色荧光蛋白基因）	有绿色荧光

请根据表中信息解释此系统的检验原理：_____。

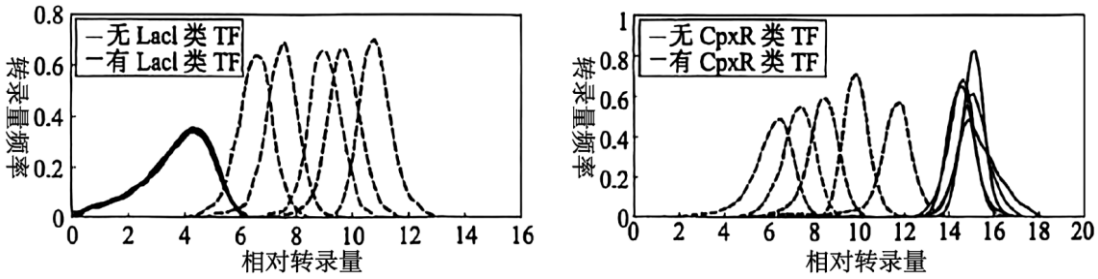
（4）通过上述技术的优化，科研人员成功制备出抗除草剂的水稻。请分析此工程的优势。

21. 学习下列材料，回答（1）～（4）题。

大肠杆菌转录调控机制的新认识

转录因子（TF）是一类可促进或抑制转录的蛋白质。过去认为强度有差异的启动子受同一 TF 调控时，转录量差异会更大。最近科学家发现某些 TF 不符合这一规律，在这些 TF 调控下，强度不同的组成型启动子（持续表达启动子）的最终转录量却无显著差异，科学家对此展开研究。LacI 与 CpxR 是这类 TF 的代表，二者调控结果如图 1。

图 1：



注：不同虚线代表强度不同的组成型启动子，转录量频率为某转录水平的细胞所占比例

科学家建立数学模型解释上述现象：最终转录量由 TF 对启动子的调控能力（FC）与组成型启动子强度（C）共同决定，最终转录量=FC×C．图 1 结果显示，在 CpxR 或 LacI 的调节下，FC×C=常数，说明这类 TF 的调控能力 FC 与启动子强度 C 呈反比。以 CpxR 调控为例，强启动子基础转录水平高，在极少量 CpxR 促进下仅增长几倍就达到饱和转录水平，因此 FC 较小，而弱启动子相反。细胞内正常浓度的 TF 对强启动子已过饱和，而对弱启动子不饱和，弱启动子能更充分地利用 TF 的调控效果，使得不同启动子在 TF 调控下的转录量差异被“抹平”。

为将结果推向一般化，科学家进一步提出了适用于所有 TF 类型的 FC 定量计算公式：

$$FC=\frac{\alpha\beta}{1+(\beta-1)[TF]}$$

其中[TF]是 TF 饱和程度（最小为 0，最大为 1），在同一个 TF 调节过程中，α 和 β 是不变的。β 是大于 0 的数，用来衡量 TF 调控 RNA 聚合酶与启动子结合的稳定性参数：当 β>1 时，TF 会增强 RNA 聚合酶与启动子结合的稳定性，上文中 LacI 与 CpxR 均属此类；β<1 时反之。因此可以计算出某一 TF 浓度下具体的 FC，也可以推知随着 TF 浓度变化，FC 的变化趋势。

该项研究拓展了人们对基因转录水平调控的认识。

（1）RNA 聚合酶能识别并结合启动子、驱动基因_____。该过程所需的原料是_____。

（2）根据图 1 分析 LacI 和 CpxR 的作用效果，将选项填入表格中。

TF 类型 启动子类型	LacI	CpxR
弱启动子	①_____	②_____

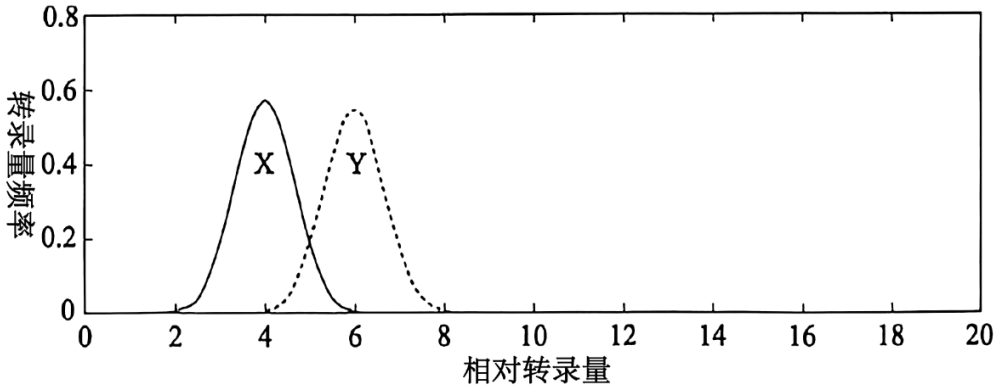
强启动子	③_____	④_____

a．激活作用强　　b．激活作用弱

c．抑制作用强　　d．抑制作用弱

（3）由 FC 计算公式推知，当 β>1 时，随 TF 浓度增加 FC 的变化趋势是_____，可能与 RNA 聚合酶和启动子的结合情况有关。

（4）另发现一种促进型转录因子 D，其 β<1.现有两种不同强度的组成型启动子（X 和 Y）控制同一基因表达，无 D 时表达量如图所示。请运用文中信息与模型，预测并绘制 D 调控下的转录量结果（不考虑转录量频率）。



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。

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

第二部分

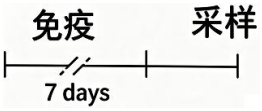
本部分共 6 题，共 70 分。

16. 【答案】（1）下丘脑-垂体-肾上腺皮质

（2）能促进 T 细胞依赖型浆细胞的生成，但对非 T 细胞依赖型浆细胞没有明显作用

（3）随着 CRH 分泌细胞的激活，脾神经的动作电位频率显著增加

（4） ①. 施加轻微的压力 ②. 抑制 T 细胞对脾神经的反应

（5） ①. 

②. 神经−体液−免疫

【小问 1 详解】

肾上腺皮质分泌皮质酮，符合下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴的分级调节机制：下丘脑分泌促肾上腺皮质激素释放激素作用于垂体，垂体分泌促肾上腺皮质激素作用于肾上腺皮质，促进皮质酮分泌。

【小问 2 详解】

分析图 1，T 细胞依赖型浆细胞中，保留脾神经的假手术组浆细胞占比显著高于切除脾神经组，而非 T 细胞依赖型浆细胞中，两组无明显差异，因此说明脾神经能促进 T 细胞依赖型浆细胞的生成，但对非 T 细胞依赖型浆细胞没有明显作用。

【小问 3 详解】

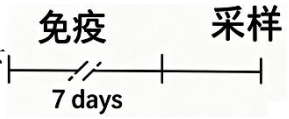
图 2 显示，刺激 CRH 细胞后，脾神经的动作电位（灰色区域）频率明显增加，说明 CRH 细胞可以调节脾神经的活动，且随着 CRH 分泌细胞的激活，脾神经的动作电位频率显著增加。

【小问 4 详解】

分析题意，实验目的是验证“轻度压力促进浆细胞产生依赖该通路”，因此所有实验组的共同处理②为施加轻度压力；通路流程为：轻度压力→CRH 细胞→脾神经→T 细胞→B 细胞分化为浆细胞，因此四个实验组依次阻断通路的不同环节，实验组 1 阻断 CRH、实验组 2 阻断脾神经、实验组 4 需要阻断 T 细胞，因此

⑤为抑制 T 细胞功能：阻断任意一个环节后，轻度压力都无法促进浆细胞产生，因此抗体水平无显著差异，证明推测成立。

【小问 5 详解】

对照组不施加压力处理，因此流程为免疫 7 天后，进行采样，可绘制图形如下

；该过程既有神经调节（神经元兴奋、脾神经电位变化）、又有体液调节（皮质酮等激素）、还有免疫调节（免疫细胞的活动），因此属于神经-体液-免疫调节网络。

17. 【答案】（1）空间位置

（2） ①. 移除白车轴草的甲地 ②. 白车轴草 ③. 乙地的白车轴草 ④. 黑麦草与白车轴草之间存在显著的种间竞争，黑麦草会明显抑制白车轴草的生长 ⑤. 来自两物种地(乙地)的白车轴草与黑麦草的竞争较弱

（3） ①. 生态位 ②. 适应

【小问 1 详解】

生态位包括该物种所处的空间位置、占用资源情况、与其他物种的种间关系等，是物种在群落中的功能地位总和。

【小问 2 详解】

①实验围绕“有无黑麦草”“有无白车轴草”设置三组处理，除已给出的两组外，第三组为移除白车轴草的甲地。②样地 3 和样地 5 是对照组，样地 5 是移除白车轴草后，重新种植在甲地，即样地 3 是原地重栽对照，因样地 3 的处理是移除白车轴草，种植乙地来源的白车轴草（原地白车轴草）；③据图 2 分析，样地 1 中白车轴草的总干重显著低于样地 2，样地 1 保留黑麦草，样地 2 移除黑麦草；样地 1 干重显著更低，说明黑麦草与白车轴草之间存在显著的种间竞争，黑麦草会明显抑制白车轴草的生长。样地 3 移除黑麦草、样地 4 两种植物均移除，二者干重无显著差异，说明来自两物种地(乙地)的白车轴草与黑麦草的竞争较弱。

【小问 3 详解】

长期与黑麦草共存，使乙地白车轴草在资源利用方式、资源获取策略上发生生态位的分化，以减少竞争压力，这种因种间竞争导致的进化为适应进化。

18. 【答案】（1） ①. 信息 ②. 调节

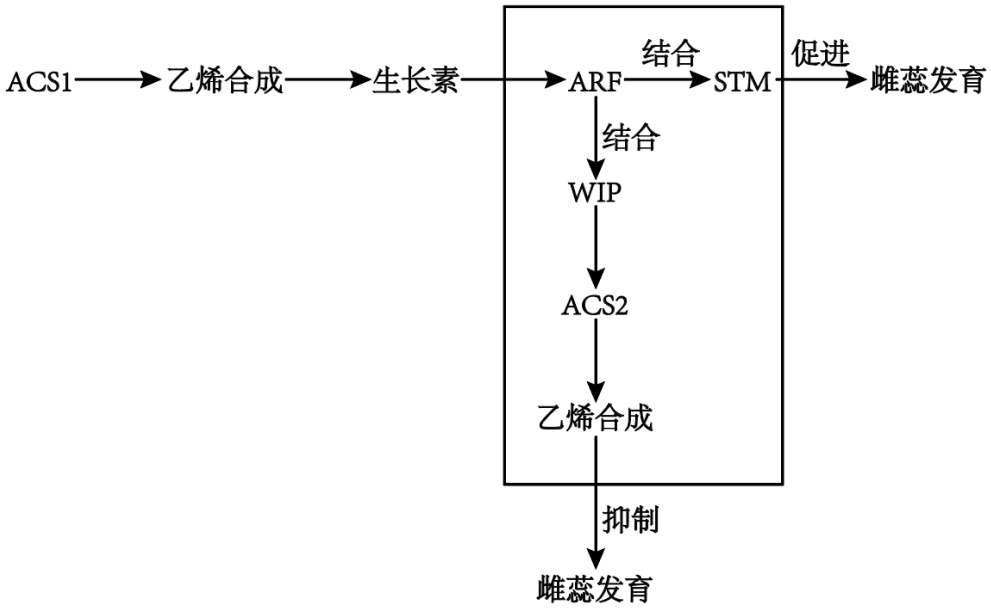
（2）雌花 （3）ARF 蛋白可作用于 P2 区段促进 STM 基因表达

（4） ①. 相同 ②. 竞争性结合 ARF 蛋白或减少已标记 DNA 片段与 ARF 蛋白结合

③.

组别	1	2	3	4	5
生物素标记的DNA片段		+	+	+	+
未标记的DNA片段		−	+	++	+++

（5）



【小问 1 详解】

生长素是植物激素，对植物生长发育起调节作用。

【小问 2 详解】

在野生型黄瓜中，植株同时产生雌花和雄花，生长素响应因子 ARF 蛋白在雌蕊中表达量显著高于雄蕊。ARF 基因突变体仅开雄花，部分雄花因心皮发育停滞而形成花柱样组织，这些“转化而来”的雄花数量大致等于野生型中本应出现的雌花数量，因此，该比例对应的是野生型中的雌花比例。

【小问 3 详解】

将空载体和 ARF 基因表达载体分别导入酵母细胞后，比较图 1 中出现的差异，P2 启动子出现了明显的区别，而其他启动子没有区别，说明 ARF 蛋白可作用于 P2 区段促进 STM 基因表达。

【小问 4 详解】

为了证明 ARF 蛋白是特异性地结合在 WIP 基因片段上的，需要引入一种“竞争者”。未标记的 DNA 片段必须与已标记的 DNA 片段序列相同，这样它们才能争夺同一个蛋白质（ARF 蛋白）的结合位点。如果序列不同，就无法构成有效的竞争。所以作用是竞争性结合 ARF 蛋白或减少已标记 DNA 片段与 ARF 蛋白结合。

组别 3、4、5 的变量：观察电泳图，从第 3 组到第 5 组，上方的复合物条带逐渐消失，下方的游离 DNA 条带逐渐恢复并加深。这说明第 3、4、5 组中加入了不同浓度的未标记 DNA 片段，且浓度依次递增。

生物素标记的 DNA 片段：为了能在电泳中显影，必须始终存在且量一致，所以 2、3、4、5 组都应填“+”。

ARF 蛋白：为了观察竞争效果，蛋白必须存在且量一致，所以 2、3、4、5 组都应填“+”。

未标记的 DNA 片段：这是自变量。第 2 组最多，没有加，第 3 组开始竞争（复合物减少），第 4 组竞争更强，第 5 组几乎完全竞争。根据题干提示“不同数量的‘+’代表浓度的变化”，这里应该填入递增的“+”

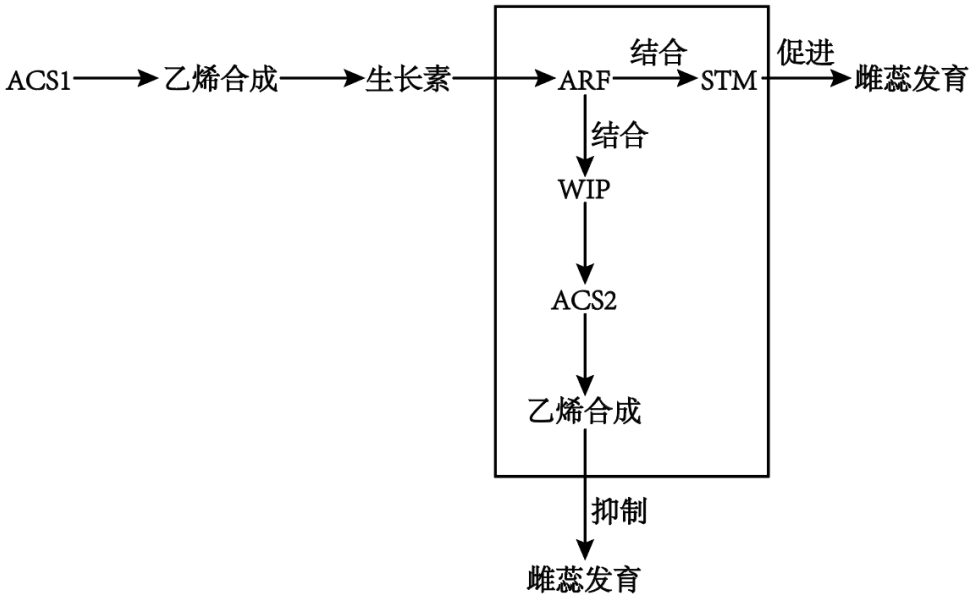
表格如下：

组别	1	2	3	4	5
生物素标记的DNA片段		+	+	+	+
未标记的DNA片段		−	+	++	+++

【小问 5 详解】

“乙烯在花发育早期激活生长素”。生长素被激活后，其响应因子 ARF 发挥作用。ARF 与 WIP 结合。已知 WIP 抑制雌蕊发育（且 WIP 抑制 ACS2），ARF 结合 WIP 后，解除了 WIP 的抑制作用，从而促进雌蕊（心皮）发育，同时也解除了对 ACS2 的抑制。　解除抑制后，ACS2 基因开始表达。题目指出 ACS2“抑制雄蕊的形成”。ACS2 是乙烯合成基因，它的表达会产生更多的乙烯，进一步维持这一过程，ARF 结合 STM 促进雌蕊发育。

所以结果如图：

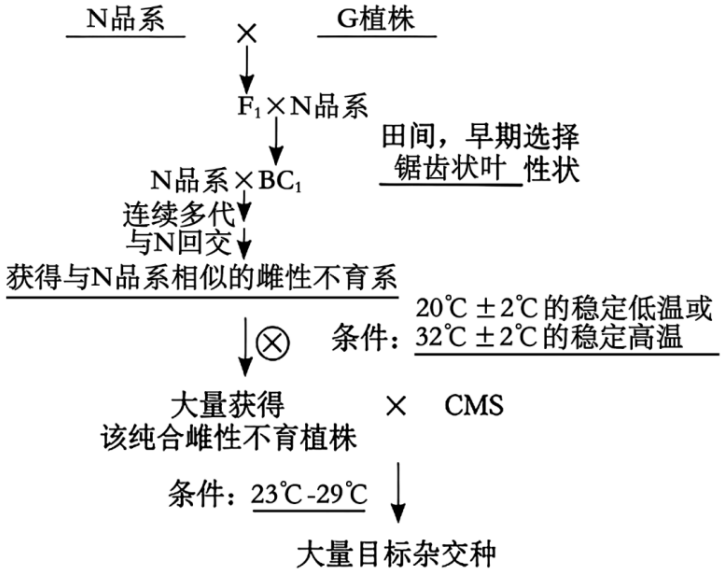


19. 【答案】（1）　①. CMS　②. 雄性可育##育性恢复

（2）雌性可育:雌性不育= 1:1

（3）仅 Bol 基因序列存在差异

（4）



【小问 1 详解】

CMS（♀，雄性不育） × 油菜 R（♂，可育），核基因杂合，细胞质来自 CMS，表型可育。作为母本，提供细胞质和部分核基因，F_1作为父本，提供含育性恢复基因的花粉。回交后代 BC_1至 BC_5中，核基因组逐步向 CMS 背景趋近，同时保留育性恢复基因。在每代回交后代中，仅选择雄性可育个体进行后续回交，淘汰雄性不育个体。该表型直接反映育性恢复基因的存在。

【小问 2 详解】

若雌性不育性状由显性单基因控制，设该显性基因为 A，隐性正常基因为 a。突变体 G 为雌性不育，其基因型应为 AA 或 Aa，正常植株 H 基因型为 aa。当 G 与 H 杂交时：若 G 为 AA，子代全为 Aa，全部表现为雌性不育；若 G 为 Aa，子代中 Aa（雌性不育）:aa（正常）=1:1。突变体为杂合子，因此子代性状及比例应为雌性不育:雌性可育 = 1:1。

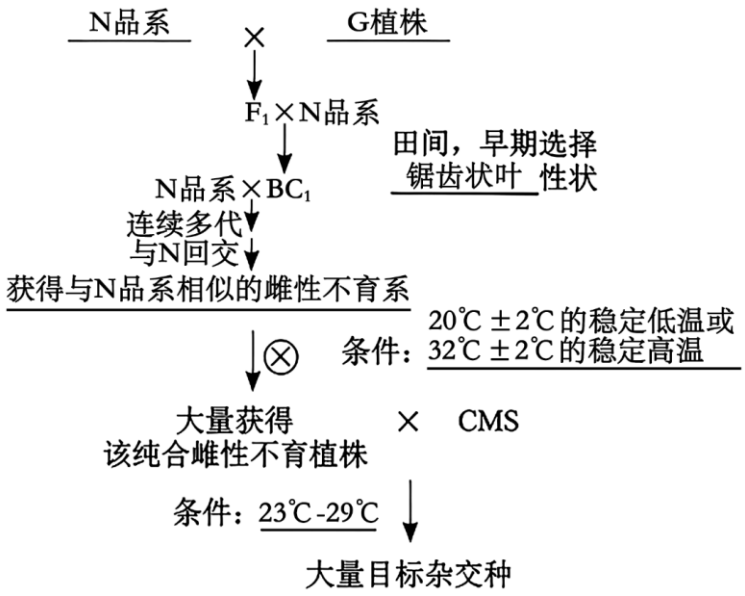
【小问 3 详解】

要支持“Bol 基因是导致雌性不育的基因”这一假说，基因组测序结果应显示 G 与 H 仅 Bol 基因序列存在差异，具体表现可能为：G 中 Bol 基因存在功能丧失性突变，而 H 中该基因序列完整且保守。G 中 Bol 基因的启动子或增强子区域发生插入/缺失等结构变异，导致转录量显著降低，而 H 中相应区域正常。G 中 Bol 基因拷贝数减少或完全缺失，而 H 中为正常拷贝数。若测序结果显示上述任一情况，即可从遗传层面支持假说“Bol 基因是导致雌性不育的基因”。后续实验证明了该假说。

【小问 4 详解】

根据题意，构建田间收获均为目标杂交种的育种体系需遵循以下步骤：将 G 植株（基因型为 bb，锯齿叶、温度敏感型雄性不育）与 N 品系（基因型为 BB，正常叶、可育）杂交，获得 F_1代（Bb，正常叶、可育）。F_1与 N 品系回交，在田间早期选择锯齿叶性状个体与连续多代与 N 品系回交，获得与 N 品系相似的雌性不育系，在 20±2℃稳定低温或 32±2℃稳定高温条件下，使 bb 植株恢复育性，通过自交大量繁殖该纯

合雌性不育植株。与 CMS 在 23-29℃低温条件下杂交，获得大量目标杂交种。



20. 【答案】（1）农杆菌转化

（2） ①. RPL 基因的强启动子与 His 基因的弱启动子交换 ②. 一、四

（3）若成功删除 Lox 序列，则载体 A 与载体 B 发生同源重组，GFP 基因能拼接 完整并表达，可检测到绿色荧光:若未成功删除，GFP 基因无法拼接完整，检测 不到绿色荧光。

（4）能提高 His 基因表达水平:同时，因强启动子来自水稻自身基因且去除残 留 Lox，避免引入外源基因的干扰，提高了产品安全性。

【小问 1 详解】

植物基因工程常用的导入法是农杆菌转化法，因此三种载体通过农杆菌转化法导入水稻细胞。

【小问 2 详解】

RPL 基因带有强启动子，启动子是 RNA 聚合酶结合位点，驱动基因转录。原本 His 基因远离强启动子，表达水平低。315kb 片段颠倒后，His 基因所带的弱启动子与 RPL 强启动子互换，His 基因受 RPL 强启动子驱动，转录大幅增强，His 基因的表达提高。

Cre 酶切割后要实现片段颠倒，必须两侧 Lox 方向相反；若两侧 Lox 同向 → Cre 酶切割后会删除片段；若两侧 Lox 反向 → Cre 酶切割后片段会颠倒（倒位），因此必须让左侧 Lox 与右侧 Lox 方向相反。结合图 3 中 Cre 酶切割位点的方向与基因排列（RPL 强启动子位置），组合一和组合四在切割重接后，能让 His 基因正好被颠倒到强启动子下游，实现表达增强，因此选组合一和四。

【小问 3 详解】

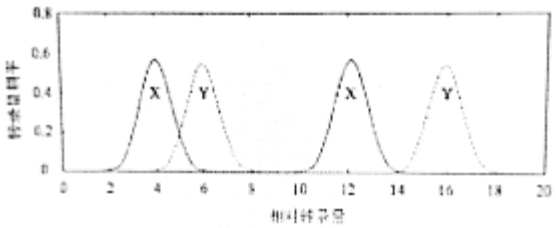
根据图示，若成功删除 Lox 序列，则载体 A 与载体 B 发生同源重组，形成完整绿色荧光蛋白基因，GFP 基因能拼接完整并表达，可检测到绿色荧光；若未成功删除，GFP-1 与 GFP-2 被隔开，GFP 基因无法拼接完整，检测 不到绿色荧光。

【小问 4 详解】

根据题意，能提高 His 基因表达水平；同时，因强启动子来自水稻自身基因且去除残留 Lox，避免引入外源基因的干扰，提高了产品安全性。

21. 【答案】（1） ①. 转录 ②. 四种游离的核糖核苷酸

（2） ①. d ②. a ③. c ④. b （3）逐渐降低

（4）

【小问 1 详解】

RNA 聚合酶识别并结合启动子后，驱动基因进行转录，该过程以 DNA 为模板合成 RNA，所需原料为四种核糖核苷酸（ATP、UTP、GTP、CTP）。

【小问 2 详解】

LacI 是乳糖操纵子的阻遏蛋白，通常对启动子起抑制作用。对于弱启动子，其抑制效果可能相对不明显，抑制作用弱；而对于强启动子，由于启动子活性高，LacI 的抑制作用会更显著，抑制作用强。CpxR 是一种应激反应调控蛋白，通常作为激活因子发挥作用。对于弱启动子，CpxR 的激活作用可能较弱；而对于强启动子，其激活作用会更强。因此①d 抑制作用弱；②a 激活作用强；③c 抑制作用强；④b 激活作用弱。

【小问 3 详解】

β 是大于 0 的数，用来衡量 TF 调控 RNA 聚合酶与启动子结合的稳定性参数：当 β>1 时，TF 会增强 RNA 聚合酶与启动子结合的稳定性参数，则随 TF 浓度增加 FC 逐渐降低。

【小问 4 详解】

转录因子 D 是促进型转录因子，且其 β<1（β 通常代表转录调控的放大系数 / 效率系数，β<1 说明促进作用有限，无法无限放大转录量，且对不同强度启动子的调控效果存在差异）。启动子 X、Y 为组成型启动子，无 D 时：X 的峰值转录量更低（约 4），Y 的峰值转录量更高（约 6），说明 Y 的本底启动强度显著高于 X。促进型转录因子的核心作用：提升启动子的转录效率，使转录量整体上调，最终导致启动子 X、Y 的转录量分布曲线整体向右平移（转录量上调），峰值位置右移。

