2022 北京房山高三一模

生　　物

1. 关于生物大分子蛋白质和核酸的叙述，错误的是（　）

A. 均含有 C、H、O、N、P 元素

B. 均为含碳的单体聚合而成的多聚体

C. 细胞内合成均需要模板、能量和酶

D. 复制、表达均可以产生生物大分子

2. 相思子毒素是从相思子种子中提取的一种剧毒性高分子蛋白毒素，它能影响核糖体的功能，导致细胞死亡。相思子毒素形成后通过高尔基体运输至液泡，在液泡中加工成熟并储存。下列相关叙述不合理的是（　）

A. 该毒素前体蛋白可通过囊泡运输进入液泡

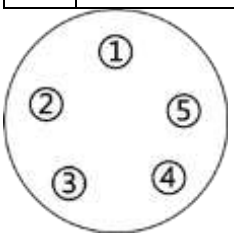
B. 该毒素　液泡中成熟可以阻止其毒害自身核糖体

C. 该毒素的加工需要内质网、高尔基体、液泡的参与

D. 相思子毒素能够使真核生物核糖体失活，从而抑制转录过程

3. 在淀粉-琼脂块上的 5 个圆点位置（如下图）分别用蘸有不同液体的棉签涂抹，然后将其放入 37℃恒温箱中保温。2h 后取出该淀粉-琼脂块，加入碘液处理 1min，洗掉碘液后，观察圆点的颜色变化（如下表）。下列叙述不正确的是（　）

位置	处理圆点的液体	碘液处理后的颜色反应
①	清水	蓝黑色
②	煮沸的新鲜唾液	蓝黑色
③	与盐酸混合的新鲜唾液	蓝黑色
④	新鲜唾液	红棕色
⑤	2%的蔗糖酶溶液	?



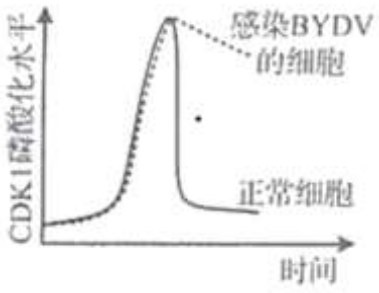
A. 放在 37℃恒温箱的原因是酶催化需要适宜的温度

B. 圆点①和④颜色不同，表明了唾液中淀粉酶的催化作用

C. 圆点②和③颜色相同，但引起酶失活的原因不同

D. 圆点④和⑤会出现相同颜色，说明酶的作用具有专一性

4. CDK1 是推动细胞由分裂间期进入分裂期的关键蛋白。在 DNA 复制开始后，CDK1 发生磷酸化导致其活性被抑制，当细胞中的 DNA 复制完成且物质准备充分后，磷酸化的 CDK1 发生去磷酸化而被激活，使细胞进入分裂期。大麦黄矮病毒(BYDV)的 M 蛋白通过影响细胞中 CDK1 的磷酸化水平而使农作物患病。正常细胞和感染 BYDV 的细胞中 CDK1 的磷酸化水平变化如图所示。下列说法错误的是（　）



A. 正常细胞中 DNA 复制未完成时，磷酸化的 CDK1 的去磷酸化过程受到抑制

B. 正常细胞中磷酸化的 CDK1 发生去磷酸化后，染色质螺旋化形成染色体

C. 感染 BYDV 的细胞中，M 蛋白通过促进 CDK1 的磷酸化而影响细胞周期

D. M 蛋白发挥作用后，感染 BYDV 的细胞被阻滞在分裂间期

5. 为研究吸烟的危害，对年龄为 33 周岁男性的精液进行取样检查，结果如下。（注：a 级：快速向前运动，b 级：缓慢向前运动，精子运动快慢是决定能否与卵细胞结合的一个重要因素）

项目		不吸烟组	吸烟组	日吸烟量（支）		
				轻度≤9	中度 10-19	重度≥20
人数		297	739	231	302	206
精子密度（10^6/mL）		55.6	51.4	54.1	52.7	51.2
活率（%）		57.7	48.1	56.1	53.8	34.5
a 级（%）		18.7	14.9	18.7	15.5	13.2
a+b 级（%）		34.8	29.5	34.8	30.1	24.8
基因甲基化差异（个）	高甲基化	参照	121			
	低甲基化	参照	68			

以下分析不合理的是（　）

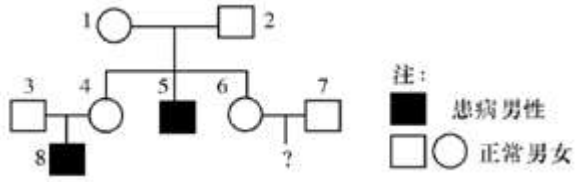
A. 吸烟组精子的密度、活率等均比不吸烟组低

B. 随日吸烟量的增加，精子的密度、活率等依次变差

C. 吸烟组基因的甲基化异常不会遗传给下一代

D. 结果提示吸烟有造成成年男性不育的风险

6. 如图是某单基因遗传病系谱图，下列分析正确的是（　）



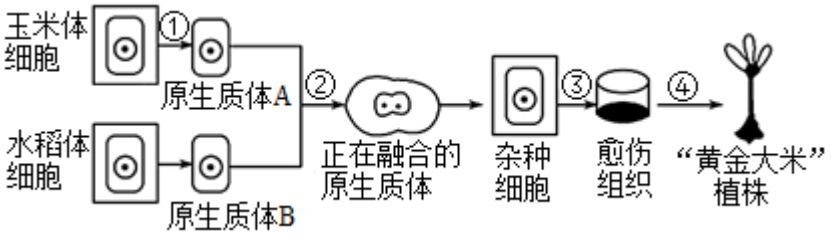
A. 该病的遗传方式是伴 X 染色体隐性遗传病

B. 1 号和 4 号肯定携带有该病的致病基因

C. 6 号和 7 号所生的女儿不会患该遗传病

D. 若 3 号不携带该遗传病的致病基因，则 3 号和 4 号再生一个男孩正常的概率为 1/4

7. 玉米(2n＝20)和水稻(2m＝24)均为二倍体植物，某实验小组拟用体细胞杂交技术培育富含 β-胡萝卜素的“黄金大米”植株，过程设计如图所示。下列说法错误的是（　）



A. 过程①需使用纤维素酶和果胶酶处理细胞

B. 过程②中常用 PEG 诱导原生质体融合

C. “黄金大米”植株染色体数目为 22

D. 该技术体现了植物细胞具有全能性

8. 新型冠状病毒的检测方法目前主要有核酸检测法和抗体检测法。下列说法错误的是（　）

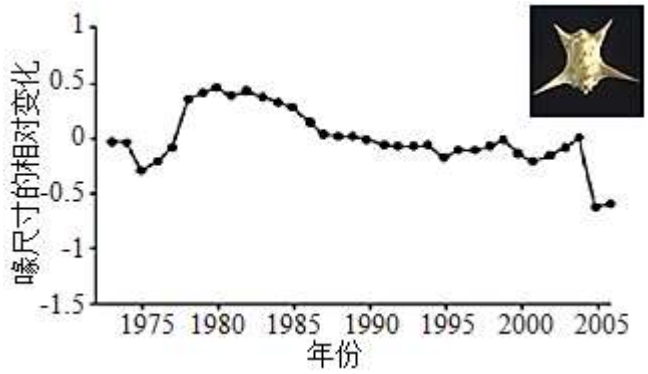
A. 抗体检测法利用了抗原与抗体特异性结合的原理

B. 感染早期，会出现能检测出核酸而检测不出抗体的情况

C. 患者康复后，会出现能检测出抗体而检测不出核酸的情况

D. 无症状感染者核酸检测和抗体检测均为阳性，但无临床症状，不存在传播风险

9. 科研人员对某处岛屿上的一种地雀进行研究，发现该鸟类主要以植物种子为食。1977 年该岛降水量严重不足，只有产生大而坚硬种子（如图右上角）的耐旱植物生存。1983 年降水量充沛，产生小而柔软种子的植物生长茂盛。随后几年没有明显降水量的波动，据图说法正确的是（　）



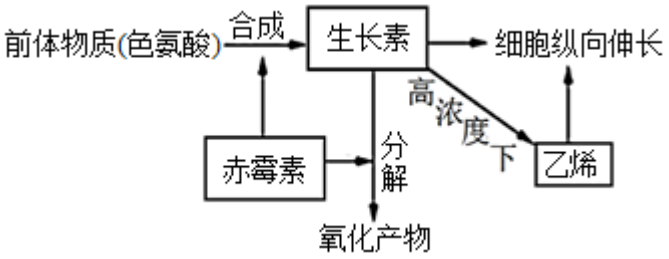
A. 地雀喙大小的变化，是自然环境定向选择的结果

B. 1978-1983 年地雀喙尺寸变大是由于取食大粒种子导致的

C. 1985 年后喙的尺寸趋于稳定表明该种群数量稳定

D. 研究表明喙的大小是由环境改变导致的可遗传的变异

10. 下图是生长素、赤霉素和乙烯三种激素对细胞纵向伸长的影响。已知赤霉素具有促进植物茎秆伸长的作用，而生长素合成过程中会有 ACC 合成酶的合成，这种酶是合成乙烯必要的。下列说法不合理的是（　）



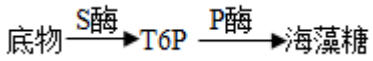
A. 生长素的化学本质是吲哚乙酸，是由色氨酸合成的

B. 赤霉素能够促进茎杆伸长的原因可能是促进了生长素的分解，抑制了生长素的产生

C. 高浓度的生长素抑制细胞伸长的原因可能是促进了乙烯的合成，进而抑制了细胞的纵向伸长

D. 上图说明各种植物激素并不是孤立地起作用，而是多种激素相互作用、共同调节

11. 以豌豆种子为材料进行实验，发现藻糖-6-磷酸(T6P）是一种信号分子，在植物生长发育过程中起重要调节作用。其合成转化途径如下图。假设认为：海藻糖通过促进 R 基因的表达促进种子中淀粉的积累，而形成圆粒；反之，则为皱粒。（U 为基因启动子）



请从①～④选择合适的基因与豌豆植株，进行转基因实验，为上述假说提供证据，下列说法不合理的是（　）

①U-R 基因　　②U-S 基因

③突变体 R 植株　　④U-P 植株（将 U-P 基因转入野生型获得的纯合植株）

A. ①④转基因植株与 U-P 植株相比，转基因植株种子淀粉含量增加，为圆粒

B. ②③转基因植株与突变体 R 植株相比，转基因植株种子的淀粉含量增加，为圆粒

C. ②④转基因植株与 U-P 植株相比，R 基因转录提高，淀粉含量增加，为圆粒

D. ①③转基因植株与突变体 R 植株相比，转基因植株种子淀粉含量增加，为圆粒

12. 中国的许多传统美食制作过程蕴含了生物发酵技术。下列叙述不正确的是（　）

A. 泡菜制作过程中，密封处理有利于醋酸菌的生长

B. 馒头制作过程中，酵母菌进行呼吸作用产生 CO_2

C. 米酒制作过程中，将容器密封有利于酵母菌酒精发酵

D. 酸奶制作过程中，密封处理有利于乳酸菌发酵

13. 对出现下列实验现象可能原因的分析，合理的是（　）

选项	实验现象	可能原因
A	观察有丝分裂时装片中有很多未分裂的长方形细胞	分裂间期时间很长
B	蛋清稀释液中加入双缩脲试剂未显紫色	未进行水浴加热

C	光合色素分离后滤纸条上未出现明显的色素条带	滤液细线没及层析液
D	DNA 粗提取过程中玻璃棒上未出现明显的 DNA 絮状物	DNA 溶解在酒精中

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

14. 大熊猫是我国的国宝，也是国家一级保护动物。主要分布在我国秦岭、岷山等山系，栖息地被分割成多个区域。近年来，我国持续加大野生动植物保护力度，野生大熊猫的数量也增加到 1800 多只，圈养的大熊猫也超过了 500 只。 2021 年大熊猫在世界自然保护联盟（IUCN）红色名录上的濒危等级由“濒危”降级为“易危”。下列说法不正确的是（　）

A. 大熊猫自然种群个体数量低与其繁育能力有关

B. 增加大熊猫自然保护区的面积可提高环境容纳量

C. 在大熊猫种群不同活动区域间建立走廊，可以减少地理隔离，增加基因交流

D. 濒危等级　下降说明我国保护措施的有效性，可完全将圈养大熊猫野化放归

15. 生物安全是国家安全体系的重要组成部分。下列关于保障生物安全的说法，不正确的是（　）

A. 谨慎使用抗生素，减少对耐药菌的选择

B. 转基因技术已经成熟，可以任意改造生物

C. 面对新冠疫情，积极注射疫苗建立免疫屏障

D. 加强对高风险实验室的监管，避免病原微生物的泄露

16. 植物的生长与氮素的吸收、同化、转移等过程密切相关。科研人员对烟草叶片光合作用中的氮素利用进行了相关研究。

（1）参与光合作用的很多分子都含有氮，氮与____离子参与组成的叶绿素能够吸收光能用于驱动水的分解和_____物质的合成；RUBP 羧化酶将 CO_2 固定为_____，再进一步被还原为糖类。

（2）科研工作者对烤烟品种 K326 施加不同的供氮量处理， 实验结果如下：

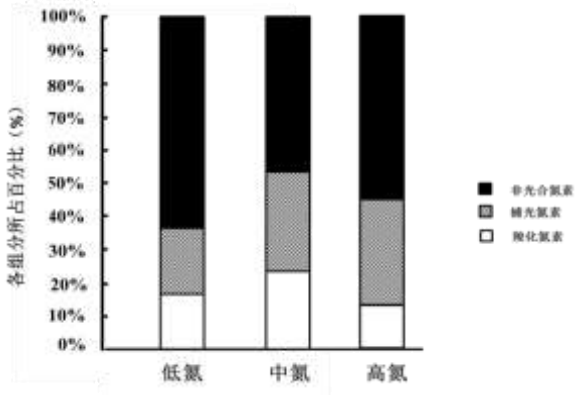
组别	氮浓度 (mmol/L)	比叶氮 (g/m^2)	叶绿素含量 (mg/dm^2)	叶绿体 CO_2 浓度 (μmol/mol)	净光合速率 ($\mu mol/m^2/s$)
低氮	0 2	0.5	1.6	75	9
中氮	2	0.95	2 8	125	15
高氮	20	1.1	3.0	80	14.9

注：比叶氮表示单位叶面积的氮素的含量

①从表中数据可知，氮素对烤烟叶片净光合速率的影响是_____。

②研究人员推测出现该现象的原因可能是：施氮提高了_____的合成，进而影响光合速率；但在高氮情况下，_____成为影响光合速率持续升高的限制因素。

（3）植物光合系统中的氮素分配受供氮量等因素的影响，研究人员对叶片光合系统中氮素的含量及分配进行了检测，结果如下：



注：叶片氮素可分为光合氮素和非光合氮素；前者包括捕光氮素和羧化氮素

检测结果显示：相对于中氮，高氮环境下，氮素从_____向_____转化，且羧化氮素所占比例降低，影响 RuBP 羧化酶活性，进而影响了光合作用的_____阶段。

（4）综合以上信息，从物质与能量的角度对烤烟种植提出合理建议并说明理由。

17. 原产于北美温带的“加拿大一枝黄花”（简称 SC）给我国南方地区造成严重的生态灾害和经济损失。为研究 SC 入侵我国南方地区的原因，科研工作者利用入侵的 SC 二、四、六倍体（R_2、R_4、R_6）的三种类型分别和当地常见植物混种，在我国南方某地进行了以下实验。

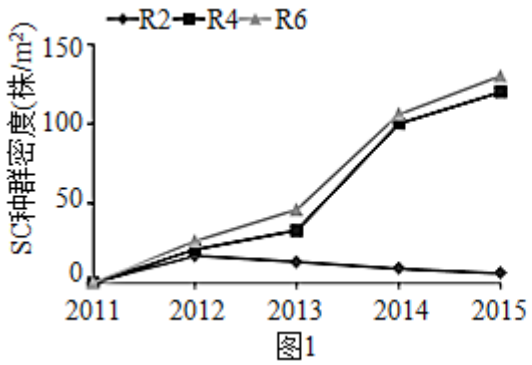


图1

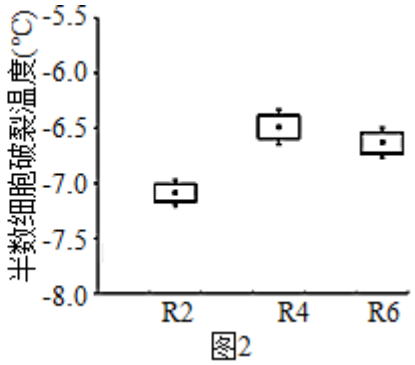


图2

（1）SC 和本地植物属于 _____ 关系，从图 1 可以判断造成生物入侵的主要是_____类型，会导致本地植物灭绝，造成当地的_____锐减。

（2）为了研究 SC 主要入侵我国南方地区，而北方地区未出现此现象的原因，研究者以半数细胞破裂温度为参数，对其各类型的耐寒能力进行检测，如图 2 所示。结合图 1、图 2 相关信息分析，下列推断合理的是

_____

A. 由于我国南方气温高，所以 SC 产生不耐寒的突变

B. SC 中的四倍体、六倍体的耐寒性均低于二倍体

C. 耐寒能力强的 SC 更容易在南方地区发生入侵

D. R_4、R_6 耐寒性差，很可能不适应我国北方寒冷的天气

（3）SE1 是寒冷响应的转录因子，其表达水平升高，能增加植物的耐寒能力。为阐明不同类型 SC 耐寒性差异的原因，研究人员做出如下假设：

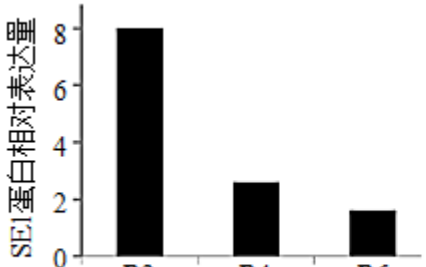


图3

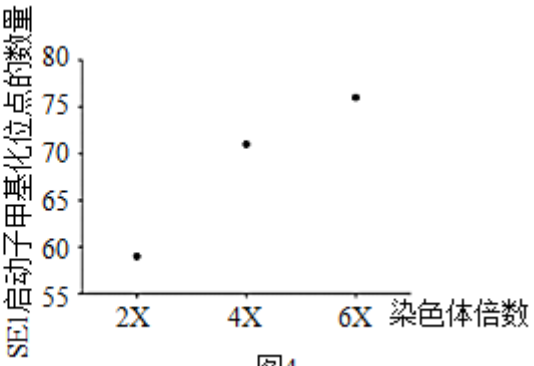


图4

假设：SE1 基因数量增多，但其转录被抑制的程度更高，导致表达水平更低。

根据图 3、图 4 的实验结果，你是否_____（支持/不支持）假设。请说明理由

_____。

（4）人工培育的作为观赏用的二倍体 SC（又称黄莺花），在云南等地被允许广泛种植。综合上述信息，判断能否在我国北方地区种植并说明原因_____。

18. 膀胱癌是泌尿系统最常见的肿瘤，传统的检测方法存在诸多不足。研究者尝试使用噬菌体展示技术（将外源基因插入到噬菌体 DNA 上并将表达的蛋白呈现至噬菌体表面的一种技术）获取能与膀胱癌细胞特异性结合的小分子多肽。

（1）与大肠杆菌相比，噬菌体在结构上最主要的特点是_____。噬菌体侵染大肠杆菌后，以_____的 DNA 为模板，利用_____的物质来合成自身的物质

（2）研究者以膀胱癌细胞特异性表达的 UBC 蛋白作为靶蛋白，设计出多种基因，将其分别转入不同噬菌体 DNA 上，并在子代噬菌体表面表达出可与 UBC 特异性结合的多肽，再根据图 1、2 的操作进行筛选。根据题意将正确的选项填在下表①、②横线处。

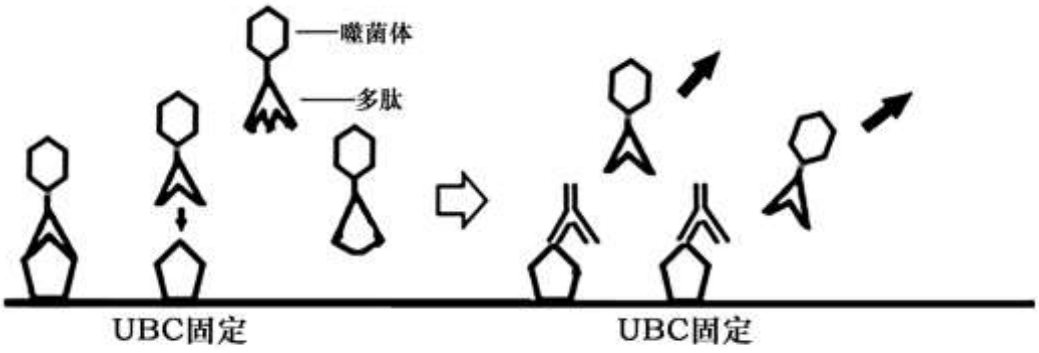


图1 第一次洗脱前　　图2 第二次洗脱后

特异性结合将 UBC 固定，加入①____混合温育	洗脱 第一次：非特异性洗脱液； 第二次：含 UBC 单抗的洗脱液。	收集 收集②____，提取 DNA 进行测序

A．噬菌体 B. 大肠杆菌 C. UBC 单抗 D. 第一次洗脱完的液体 E. 第二次洗脱完的液体

（3）从筛选出的噬菌体中获得了 1 种相应的多肽 S，对多肽 S 和 UBC 的结合力做了进一步检测，结果如图 3 所示。据图分析，①和②处应添加的物质分别为_____、_____（无关抗体/UBC 单抗），由此可知，多肽 S 的结合力_____。

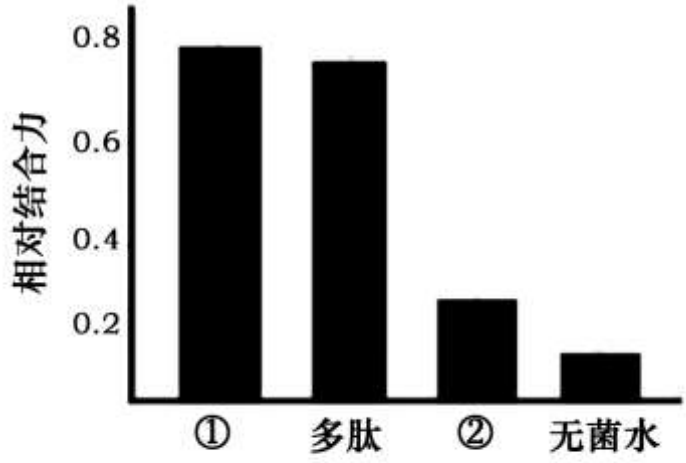


图3 相对结合力检测结果

（4）①研究者分别将人的肺癌细胞、膀胱癌细胞、膀胱上皮细胞，置于细胞培养液中，培养在 37℃、含_____的培养箱中。

②将筛选的多肽 S 进行荧光标记，分别与上述细胞混合温育处理 1.5h，使用荧光显微镜观察细胞，预期结果是_____，依据是_____。

（5）噬菌体展示技术作为一种新兴的蛋白质研究技术，除了对癌细胞的诊疗，还可以应用在哪些领域？

19. 学习以下材料，回答问题（1）～（4）。

去甲肾上腺素荧光分子探针

去甲肾上腺素（Norepinephrine, NE）是一种重要的神经递质，可参与大脑中感官信息处理、注意力调节等活动。NE 传递受损与各种精神疾病和神经退行性疾病密切相关，包括焦虑、抑郁、注意力缺陷和帕金森病。目前，微透析和电化学技术只可检测细胞外液中的 NE 水平，难以与其他神经递质进行区分。而且采样程序复杂也限制了体内准确测量 NE 动态变化的能力。

为解决以上技术难题，我国科研人员开发并优化了一类 NE 受体荧光探针，命名为 G_{NE}（如图 1）。科研人员通过对 NE 受体特定部位的基因进行改造并使其表达，使 NE 受体的胞内特定位置嵌入对结构变化敏感的荧光蛋白。利用 G_{NE} 可以高特异性、高灵敏性地记录 NE 动态变化且不诱导原有下游信号的改变。比如该探针仅能与 NE 特异性结合，连 NE 甲基化后的肾上腺素都不能识别。

如何在体内检测 NE 的动态变化？研究团队以斑马鱼为材料，获得转入 G_{NE} 基因的斑马鱼，并通过组织特异性启动子让 G_{NE} 在神经元中表达。当用特定的视觉刺激引发斑马鱼释放 NE 时，G_{NE} 会发出大量荧光信号；当加入 NE 受体抑制剂 YO 时，荧光信号无显著变化。这一结果可证明 G_{NE} 在体内检测 NE 释放信号的有效性。

在小鼠的大脑中也成功记录到光刺激引起的 NE 水平动态变化。科研人员对小鼠进行强迫游泳和悬尾应激实验，发现下丘脑中 G_{NE} 的荧光强度均显著增加；而在社交或饮食行为实验中，未发现荧光信号的改变，证明小鼠下丘脑 NE 的释放主要发生在应激条件下。以上实验说明 G_{NE} 能够提供快速、精准的细胞类型特异性检测和体内 NE 浓度动态监测。

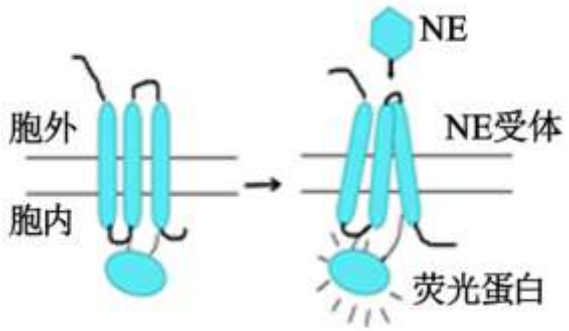
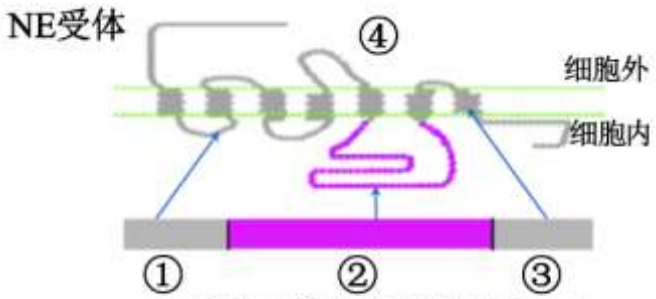


图1 NE荧光分子探针



NE受体对应的部分区域cDNA

图2

（1）中枢神经细胞以_____的形式释放的 NE，会与_____的受体结合，传递信息。

（2）①NE 受体是一种跨膜蛋白，需改造后才能获得 NE 荧光分子探针。由文章可知，荧光蛋白基因应插入图 2 中的_____位置（选择序号填入）。

②据图 1 推测 NE 荧光分子探针的工作原理是_____。

（3）若想证明 G_{NE} 分子探针具有 NE 特异性，以斑马鱼为实验材料，请在下表中完善相关实验内容。其中，$G_{NE\text{-}M}$ 是突变的 G_{NE}，不能与 NE 结合。

表中①、②、③分别应选择_____、_____、_____（填字母标号）。

a. NE　b. NE 受体　c. NE 受体抑制剂　d.肾上腺素受体抑制剂 e. 荧光信号强度无变化　f. 荧光信号强度与刺激同步 g. 荧光信号强度增加，但不与刺激同步

实验分组	探针种类	添加物	刺激	结果
1	G_{NE}	无	给与相同的视觉刺激	荧光信号强度与刺激同步
2	G_{NE}	①		荧光信号强度无变化
3	$G_{NE\text{-}M}$	无		②
4	G_{NE}	③		荧光信号强度与刺激同步

（4）请说出该技术在治疗精神疾病和神经退行性疾病方面的优势_____。

20. 番茄光系统是由光合色素、脂类和蛋白质构成的复合物，高强度光照射后，会受到破坏从而抑制光合作用。研究人员对番茄抗高光胁迫的系统调控机制进行了相关研究。

（1）高光胁迫时，位于_____膜（结构）上的光系统，可以_____过量光能，将其转化为大量热能，破坏光系统。而番茄会通过 NPQ（一种光保护机制）散失过多热能，避免高光胁迫造成的损伤。

（2）为研究 V 基因在高光条件下对 NPQ 机制的作用，科研人员利用病毒诱导基因沉默技术（VIGS 技术）特异性地使 V 基因沉默。该技术的原理如图 1 所示。

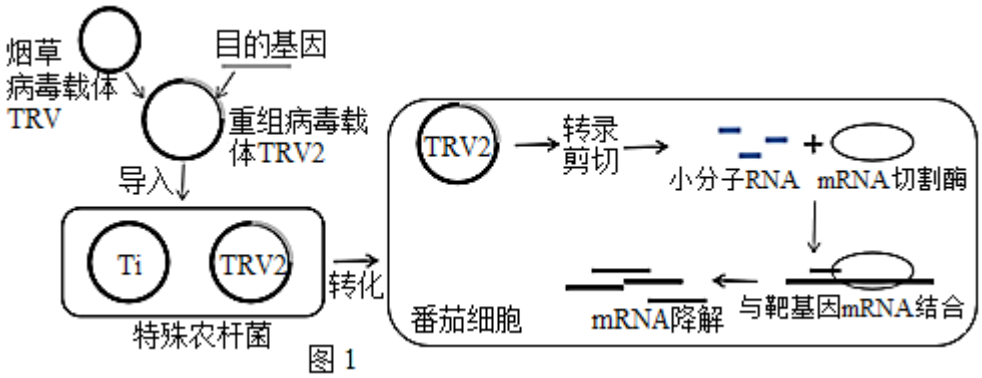


图 1

①结合信息，本实验中目的基因应选用_____。该目的基因可通过_____技术获得，利用_____酶可将其与病毒载体连接，构建重组病毒载体，转入特殊农杆菌中。已知普通农杆菌能将自身 Ti 质粒上的 T-DNA 转入植物细胞，请据图 1 说出该过程中特殊农杆菌的作用特点_____。

②应用该技术最终获得 V 基因沉默番茄，与野生型番茄经过相同高光处理，实验结果如图 2，说明_____。

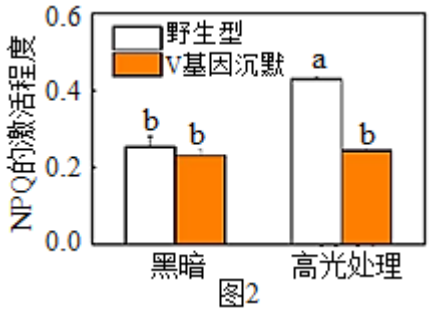


图2

（3）番茄上部叶片经高光处理后，未受光照的下部叶片中 V 基因表达量会随之发生变化，从而使整株植物均可抵抗高光。推测上部叶片产生的 HY5（一种转录因子）传递到下部叶片，导致 V 基因表达量的变化。科研人员利用不同的番茄植株进行嫁接实验以验证上述猜测。

	1 组	2 组	3 组
上部叶片	HY5 沉默植株	野生型	I___
下部叶片	野生型	野生型	II___
检测下部叶片 V 基因表达量			

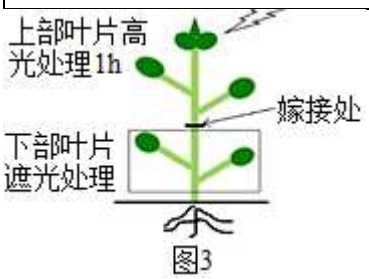


图3

①在上表横线处完善实验设计，I、II的番茄植株应分别选用_____、_____。（填写字母）

A. HY5 过表达植株

B. HY5 沉默植株

C. 野生型植株

②若出现_____的结果，则证明上述推测成立。

（4）综上所述，请解释高光胁迫时，番茄整株植物抵抗高光的分子机制。_____。

21. 小麦是我国重要的粮食作物，白粉病是一种造成小麦严重减产的病害。我国科研人员为培育抗病的优质小麦进行了一系列研究。

（1）小麦的感病与抗病是一对_____性状。

（2）科研人员获得了 1 种抗病小麦品系甲，但其产量和株高明显低于野生型小麦。

组别	亲本	F_1	F_2 表型及比例
1	♀甲╳♂野生型	自交	野生型：抗病≈2.76:1

①科研人员将品系甲与野生型小麦进行杂交，结果如上表。根据杂交结果可知：抗病性状相对于野生型的感病性状为_____性状，且根据 F_2 的表现型及比例还可作出的判断_____。

②为阐明甲　抗病性状的遗传基础，研究者分别选取野生型和甲品系的叶片，对候选染色体 1 和 2 上的相关基因进行 PCR 扩增，电泳结果如图 1，推测甲品系抗病性状出现的根本原因是_____染色体上感病基因发生突变。

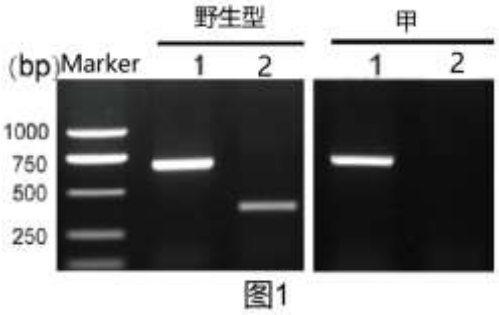


图1

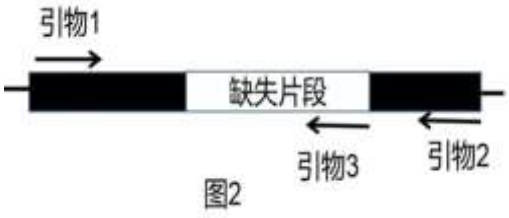


图2

③DNA 序列分析发现抗病基因的出现是感病基因缺失一部分碱基序列造成的。图 2 为感病基因序列示意图，推测出现图 1 所示条带是选用引物 1 和引物_____进行 PCR 扩增造成的。

（3）研究人员欲将甲抗病基因转移到具高产品质的野生型小麦基因组内，进行了下列杂交试验。

回交是子代与亲本之一进行杂交的方法。目的是加强杂种子代个体中某一亲本性状的表现型。研究人员将均为纯合子的野生型与甲杂交，将杂交实验一中的 F_1 与野生型连续回交多代并利用分子标记辅助筛选，如图 3 所示。

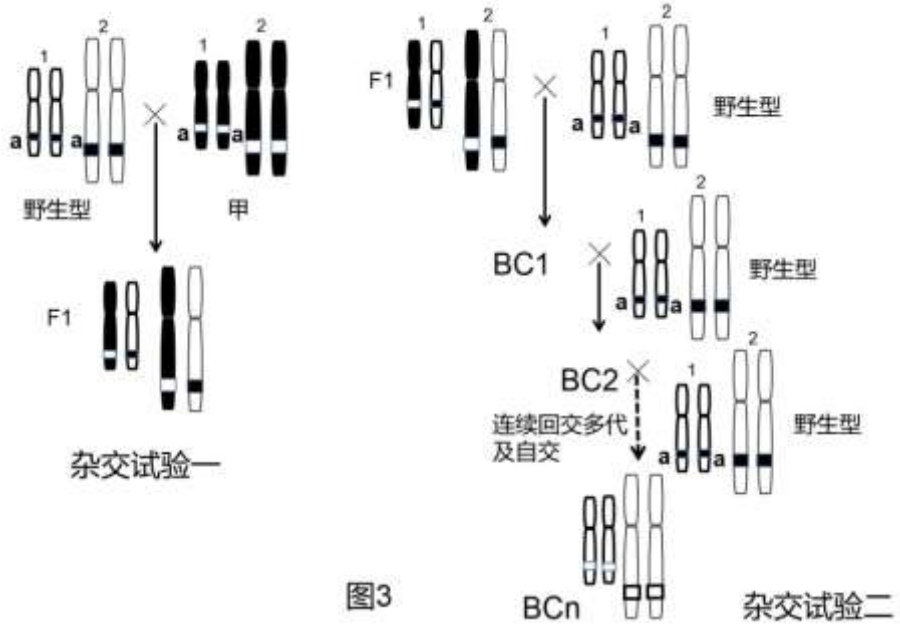


图3

①经过杂交实验一和二后，BC2 的基因型及比例为_____（抗病基因与感病基因用 R/r 表示）

②科研人员在实验二所做的杂交和筛选工作的目的是_____。

（4）由于借助于分子标记对 BCn 的筛选较难操作，请你设想一种利用某一直观的相对性状（等位基因 D、d），能更快速筛选抗病高产优质野生型小麦的方法。画出其与抗病基因在染色体上的位置关系。

参考答案

1. 关于生物大分子蛋白质和核酸的叙述，错误的是（　）

A. 均含有 C、H、O、N、P 元素

B. 均为含碳的单体聚合而成的多聚体

C. 细胞内合成均需要模板、能量和酶

D. 复制、表达均可以产生生物大分子

【答案】A

【解析】

【分析】蛋白质在的基本组成元素是 C、H、O、N 等，基本组成单位是氨基酸，氨基酸通过脱水缩合反应形成肽链，肽链盘曲折叠形成具有一定的空间结构的蛋白质，因此蛋白质是由氨基酸聚合形成的生物大分子。2、核酸的基本组成元素是 C、H、O、N、P，基本组成单位是核苷酸，核苷酸聚合形成核苷酸链，核酸是由核苷酸聚合形成的生物大分子，核酸在生物的遗传、变异和蛋白质的生物合成中具有重要作用。

【详解】A、蛋白质的主要元素是 C、H、O、N，可能含有 P，核酸的元素组成是 C、H、O、N、P，A 错误；

B、蛋白质的单体是氨基酸，核酸的单体是核苷酸，均为含碳的单体，B 正确；

C、蛋白质的合成需要模板（mRNA）、能量（ATP）和酶，核酸的合成也需要模板（DNA 和 RNA 的合成都需要模板）、能量（ATP）和酶，C 正确；

D、蛋白质和核酸复制、表达均可以产生生物大分子蛋白质，D 正确。

故选 A。

2. 相思子毒素是从相思子种子中提取的一种剧毒性高分子蛋白毒素，它能影响核糖体的功能，导致细胞死亡。相思子毒素形成后通过高尔基体运输至液泡，在液泡中加工成熟并储存。下列相关叙述不合理的是（　）

A. 该毒素前体蛋白可通过囊泡运输进入液泡

B. 该毒素在液泡中成熟可以阻止其毒害自身核糖体

C. 该毒素的加工需要内质网、高尔基体、液泡的参与

D. 相思子毒素能够使真核生物核糖体失活，从而抑制转录过程

【答案】D

【解析】

【分析】1、根据题干信息，相思子毒素是一种蛋白质。

2、分泌蛋白的合成与分泌过程：附着在内质网上的核糖体合成蛋白质→内质网进行粗加工→内质网形成囊泡→高尔基体进行再加工形成成熟的蛋白质→高尔基体形成囊泡→细胞膜，整个过程还需要线粒体提供能量。

【详解】A、由题干可知，相思子毒素是一种蛋白质，故该毒素前体蛋白可通过囊泡运输从高尔基体进入液泡，A 正确；

B、由题干可知，相思子毒素能影响核糖体的功能，液泡具有膜结构，具有隔开作用，因此该毒素在液泡中成熟可以阻止其毒害自身核糖体，B 正确；

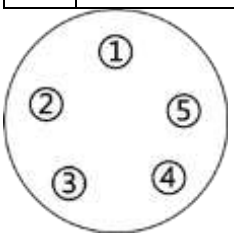
C、据题干信息可知，相思子毒素是一种分泌蛋白，因此该毒素的加工需要内质网、高尔基体、液泡的参与，C 正确；

D、核糖体是翻译的场所，而转录的场所在细胞核，因此相思子毒素能够使真核生物核糖体失活，从而抑制翻译过程，D 错误。

故选 D。

3. 在淀粉-琼脂块上的 5 个圆点位置（如下图）分别用蘸有不同液体的棉签涂抹，然后将其放入 37℃恒温箱中保温。2h 后取出该淀粉-琼脂块，加入碘液处理 1min，洗掉碘液后，观察圆点的颜色变化（如下表）。下列叙述不正确的是（　）

位置	处理圆点的液体	碘液处理后的颜色反应
①	清水	蓝黑色
②	煮沸的新鲜唾液	蓝黑色
③	与盐酸混合的新鲜唾液	蓝黑色
④	新鲜唾液	红棕色
⑤	2%的蔗糖酶溶液	?



A. 放在 37℃恒温箱的原因是酶催化需要适宜的温度

B. 圆点①和④颜色不同，表明了唾液中淀粉酶的催化作用

C. 圆点②和③颜色相同，但引起酶失活的原因不同

D. 圆点④和⑤会出现相同颜色，说明酶的作用具有专一性

【答案】D

【解析】

【分析】1、酶的特性：（1）高效性：酶的催化效率大约是无机催化剂的 107～1013 倍。（2）专一性：每一种酶只能催化一种或一类化学反应。（3）作用条件较温和：高温、过酸、过碱都会使酶的空间结构遭到破坏，使酶永久失活；在低温下，酶的活性降低，但不会失活。

2、唾液中含有唾液淀粉酶，能将淀粉催化水解为麦芽糖。

3、淀粉遇碘液变蓝黑色是淀粉的特性，题干中的各圆点最后用碘液冲洗后变蓝黑色说明圆点处的淀粉没有被分解，用碘液冲洗后呈红棕色说明圆点处的淀粉被分解。

【详解】A、温度可以影响酶的活性，在最适温度下，酶的活性最高，超过最适温度，温度越高，酶的活性越低，故放在 37℃恒温箱的原因是酶催化需要适宜的温度，A 正确；

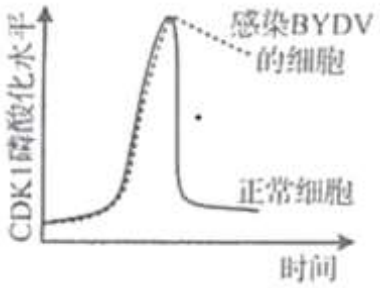
B、①加的是清水，④加的是新鲜唾液（含唾液淀粉酶），④出现红棕色，说明淀粉被水解，即唾液中淀粉酶具有催化作用，B 正确；

C、高温、过酸、过碱都会使酶的空间结构遭到破坏，发生不可逆改变，使酶永久失活，引起圆点②③显色反应的原因是不同的，②是高温导致淀粉酶变性失活，③是过酸导致淀粉酶变性失活，C 正确；

D、④出现红棕色，而⑤是用 2%的蔗糖酶溶液处理，不能水解淀粉，因此⑤是蓝黑色，因此④和⑤会出现不同颜色，说明酶的作用具有专一性，D 错误。

故选 D。

4. CDK1 是推动细胞由分裂间期进入分裂期的关键蛋白。在 DNA 复制开始后，CDK1 发生磷酸化导致其活性被抑制，当细胞中的 DNA 复制完成且物质准备充分后，磷酸化的 CDK1 发生去磷酸化而被激活，使细胞进入分裂期。大麦黄矮病毒(BYDV)的 M 蛋白通过影响细胞中 CDK1 的磷酸化水平而使农作物患病。正常细胞和感染 BYDV 的细胞中 CDK1 的磷酸化水平变化如图所示。下列说法错误的是（　）



A. 正常细胞中 DNA 复制未完成时，磷酸化的 CDK1 的去磷酸化过程受到抑制

B. 正常细胞中磷酸化的 CDK1 发生去磷酸化后，染色质螺旋化形成染色体

C. 感染 BYDV 的细胞中，M 蛋白通过促进 CDK1 的磷酸化而影响细胞周期

D. M 蛋白发挥作用后，感染 BYDV 的细胞被阻滞在分裂间期

【答案】C

【解析】

【分析】分析题图可知，在正常细胞中，DNA 复制开始后，CDK1 磷酸化水平升高，当细胞中 DNA 复制完成后，CDK1 的磷酸化水平降低，使细胞进入分裂期，从而完成正常的细胞周期。感染 BYDV 的细胞中，间期 DNA 复制时，CDK1 磷酸化水平升高后则不再降低，使细胞不能进入分裂期而停留在间期，不能完成正常的细胞周期。由此可推测 M 蛋白可能是通过抑制 CDK1 的去磷酸化过程而影响细胞周期的。

【详解】A、由分析可知，正常细胞中 DNA 复制未完成时，磷酸化的 CDK1 去磷酸化过程受到抑制，使其磷酸化水平较高，A 正确；

B、正常细胞中，磷酸化的 CDK1 发生去磷酸化后，会使细胞进入分裂期，在分裂期的前期染色质会螺旋化形成染色体，B 正确；

C、由分析可知，感染 BYDV 的细胞中，M 蛋白可能是通过抑制 CDK1 的去磷酸化过程而影响细胞周期的，C 错误；

D、由分析可知，M 蛋白发挥作用后，感染 BYDV　细胞不能进入分裂期而停留在分裂间期，D 正确。

故选 C。

【点睛】本题通过题图信息介绍了 CDK1 与细胞周期的关系以及感染 BYDV 的细胞发生病变的原因，准确获取题干信息，并能结合所学知识灵活运用判断各选项是解题的关键。

5. 为研究吸烟的危害，对年龄为 33 周岁男性的精液进行取样检查，结果如下。（注：a 级：快速向前运动，b 级：缓慢向前运动，精子运动快慢是决定能否与卵细胞结合的一个重要因素）

项目		不吸烟组	吸烟组	日吸烟量（支）		
				轻度≤9	中度 10-19	重度≥20
人数		297	739	231	302	206
精子密度（10^6/mL）		55.6	51.4	54.1	52.7	51.2
活率（%）		57.7	48.1	56.1	53.8	34.5
a 级（%）		18.7	14.9	18.7	15.5	13.2
a+b 级（%）		34.8	29.5	34.8	30.1	24.8
基因甲基化差异（个）	高甲基化	参照	121			
	低甲基化	参照	68			

以下分析不合理的是（　）

A. 吸烟组精子的密度、活率等均比不吸烟组低

B. 随日吸烟量的增加，精子的密度、活率等依次变差

C. 吸烟组基因的甲基化异常不会遗传给下一代

D. 结果提示吸烟有造成成年男性不育的风险

【答案】C

【解析】

【分析】1、生物表观遗传是指基因的碱基序列没有变化，但部分碱基发生了甲基化修饰，基因的表达和表型发生可遗传的变化现象。

2、表观遗传学的主要特点：

（1）可遗传的，即这类改变通过有丝分裂或减数分裂，能在细胞或个体世代间遗传。

（2）可逆性的基因表达调节，也有较少的学者描述为基因活性或功能调节。

（3）没有 DNA 序列的改变或不能用 DNA 序列变化来解释。

3、在探究某种条件对研究对象的影响时，对研究对象进行的除了该条件不同以外，其他条件都相同的实验。根据变量设置一组对照实验，使实验结果具有说服力。一般来说，对实验变量进行处理的，就是实验组。没有处理的就是对照组。

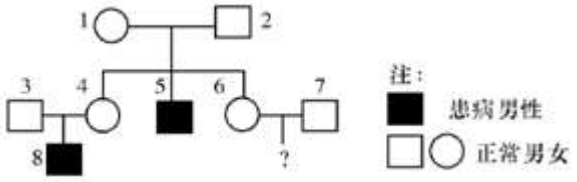
【详解】AB、吸烟对生殖功能的影响具体表现是：精子密度、活率、活动率明显降低，精子畸形率明显升高，且在一定范围内，吸烟程度越严重，影响越明显，AB 正确；

C、吸烟组基因的甲基化异常属于表观遗传，表观遗传能将性状遗传给下一代，C 错误；

D、根据表格数据可知，吸烟会导致精子密度、活率、活动率明显降低，所以吸烟有造成成年男性不育的风险，D 正确。

故选 C。

6. 如图是某单基因遗传病系谱图，下列分析正确的是（　）



A. 该病的遗传方式是伴 X 染色体隐性遗传病

B. 1 号和 4 号肯定携带有该病的致病基因

C. 6 号和 7 号所生的女儿不会患该遗传病

D. 若 3 号不携带该遗传病的致病基因，则 3 号和 4 号再生一个男孩正常的概率为 1/4

【答案】B

【解析】

【详解】A、分析系谱图可知，双亲正常但所生的儿子患病、所生的女儿正常，故该病可能是常染色体隐性遗传病也可能是伴 X 染色体隐性遗传病，A 错误；

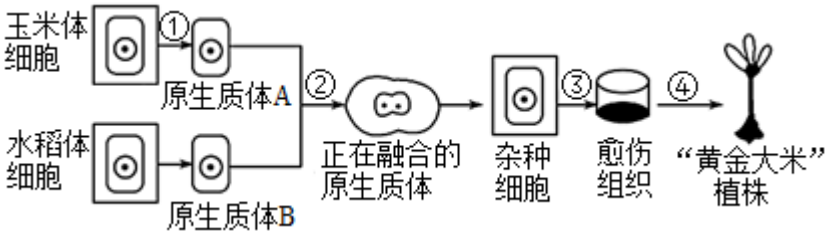
B、不管是常染色体隐性遗传病还是伴 X 染色体隐性遗传病，1 号和 4 号肯定携带有该病的致病基因，B 正确；

C、若为常染色体隐性遗传病，则 6 号和 7 号所生的女儿可能患该遗传病，C 错误；

D、若 3 号不携带该遗传病的致病基因，则该病是伴 X 染色体隐性遗传病，3 号（X^BY）和 4 号（X^BX^b）再生一个男孩正常的概率为 1/2，D 错误。

故选 B

7. 玉米(2n＝20)和水稻(2m＝24)均为二倍体植物，某实验小组拟用体细胞杂交技术培育富含 β-胡萝卜素的“黄金大米”植株，过程设计如图所示。下列说法错误的是（　）



A. 过程①需使用纤维素酶和果胶酶处理细胞

B. 过程②中常用 PEG 诱导原生质体融合

C. “黄金大米”植株染色体数目为 22

D. 该技术体现了植物细胞具有全能性

【答案】C

【解析】

【分析】原生质体是除去细胞壁的植物细胞和细菌细胞。仍有正常细胞的全部功能。植物原生质体的研究,已成为近代实验生物学一个有重要进展的领域。

【详解】A、过程①是获得原生质体，需去掉植物的细胞壁（主要由纤维素和果胶组成），因此需使用纤维素酶和果胶酶处理细胞，A 正确；

B、过程②中常用 PEG 诱导原生质体融合，是一种化学诱导法，B 正确；

C、“黄金大米”植株是两种植株的融合体，染色体数目为 44，C 错误；

D、该技术将杂种细胞培育成“黄金大米”植株，体现了植物细胞具有全能性，D 正确。

故选 D。

8. 新型冠状病毒的检测方法目前主要有核酸检测法和抗体检测法。下列说法错误的是（　）

A. 抗体检测法利用了抗原与抗体特异性结合的原理

B. 感染早期，会出现能检测出核酸而检测不出抗体的情况

C. 患者康复后，会出现能检测出抗体而检测不出核酸的情况

D. 无症状感染者核酸检测和抗体检测均为阳性，但无临床症状，不存在传播风险

【答案】D

【解析】

【分析】体液免疫过程为：（1）感应阶段：除少数抗原可以直接刺激 B 细胞外，大多数抗原被吞噬细胞摄取和处理，并暴露出其抗原决定簇；吞噬细胞将抗原呈递给 T 细胞，再由 T 细胞产生淋巴因子作用于 B 细胞；（2）反应阶段：B 细胞接受抗原刺激后，开始进行一系列的增殖、分化，形成记忆细胞和浆细胞；（3）效应阶段：浆细胞分泌抗体与相应的抗原特异性结合，发挥免疫效应。核酸检测法：利用碱基互补配对的原则进行。

【详解】A、抗体只能与特定抗原结合，所以抗体检测法就利用了抗原与抗体特异性结合的原理，A 正确；

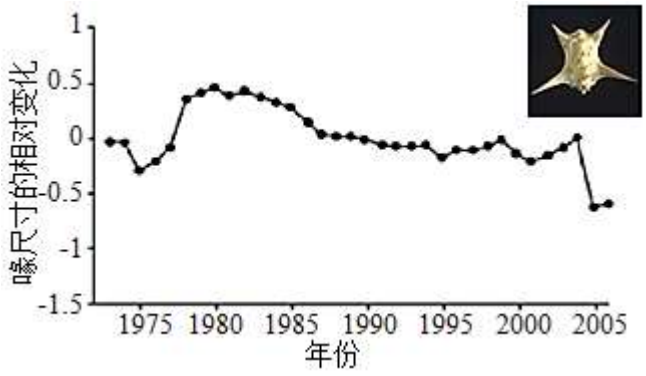
B、体液免疫需要经过一段时间才会产生抗体，所以感染早期会出现能检测出病毒的核酸而检测不出抗体的情况，B 正确；

C、机体通过产生较多的抗体从而将新冠病毒彻底消灭，故患者康复后，会出现能检测出抗体而检测不出病毒的核酸的情况，C 正确；

D、无症状感染者由于其体内存在对抗新冠病毒的抗体而没有症状，但是其核酸检测呈阳性，说明其携带新冠病毒，因此存在传播风险，D 错误。

故选 D。

9. 科研人员对某处岛屿上的一种地雀进行研究，发现该鸟类主要以植物种子为食。1977 年该岛降水量严重不足，只有产生大而坚硬种子（如图右上角）的耐旱植物生存。1983 年降水量充沛，产生小而柔软种子的植物生长茂盛。随后几年没有明显降水量的波动，据图说法正确的是（　）



A. 地雀喙大小的变化，是自然环境定向选择的结果

B. 1978-1983 年地雀喙尺寸变大是由于取食大粒种子导致的

C. 1985 年后喙的尺寸趋于稳定表明该种群数量稳定

D. 研究表明喙的大小是由环境改变导致的可遗传的变异

【答案】A

【解析】

【分析】适应性的形成是自然选择的结果。适应性选择指自然界中的生物为了生存和竞争在逐渐变化的生存环境中适应并生存，这种由外界环境变化带来的物种的变化成为生物的适应性选择。变异是不定向的，选择是定向的，变化的环境选择了适应环境的个体。

【详解】A、大而坚硬种子选择了适宜该环境的地雀喙，是定向选择，A 正确；

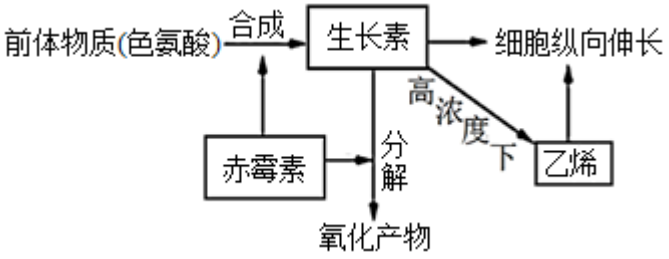
B、地雀喙尺寸变化是不定向的，不是由于取食大粒种子导致的，B 错误；

C、尺寸趋于稳定只能说明环境选择了该大小　地雀喙，不能说明种群数量是多少，也不能说明其变化，C 错误；

D、喙的大小是可遗传变异，但不是环境改变导致的，环境改变只是起到选择的作用，D 错误。

故选 A。

10. 下图是生长素、赤霉素和乙烯三种激素对细胞纵向伸长的影响。已知赤霉素具有促进植物茎秆伸长的作用，而生长素合成过程中会有 ACC 合成酶的合成，这种酶是合成乙烯必要的。下列说法不合理的是（　）



A. 生长素　化学本质是吲哚乙酸，是由色氨酸合成的

B. 赤霉素能够促进茎杆伸长的原因可能是促进了生长素的分解，抑制了生长素的产生

C. 高浓度的生长素抑制细胞伸长的原因可能是促进了乙烯的合成，进而抑制了细胞的纵向伸长

D. 上图说明各种植物激素并不是孤立地起作用，而是多种激素相互作用、共同调节

【答案】B

【解析】

【分析】由题图可知，该图是生长素、赤霉素、乙烯三种激素对细胞纵向伸长的影响。图中赤霉素可以通过促进生长素合成抑制生长素氧化分解而使细胞内生长素浓度增加，促进细胞纵向伸长而促进植物生长，在促进植物生长方面，生长素、赤霉素表现为协同关。生长素在高浓度条件下，促进乙烯合成从而抑制细胞纵向伸长从而抑制植物生长，在促进植物生长方面，生长素和乙烯是拮抗关系。

【详解】A、生长素的化学本质是吲哚乙酸（IAA），是由前体物质色氨酸合成的，A 正确；

B、由图可知，赤霉素能够促进茎杆伸长的原因可能是抑制了生长素的分解，促进了生长素的产生，B 错误；

C、由图可知，高浓度的生长素抑制细胞伸长的原因可能是促进了乙烯的合成，进而抑制了细胞的纵向伸长，所以高浓度的生长素对植物的生长表现为抑制作用，C 正确；

D、上图说明生长素、赤霉素和乙烯等各种植物激素并不是孤立地起作用，而是多种激素相互作用、共同调节，D 正确。

故选 B。

11. 以豌豆种子为材料进行实验，发现藻糖-6-磷酸(T6P）是一种信号分子，在植物生长发育过程中起重要调节作用。其合成转化途径如下图。假设认为：海藻糖通过促进 R 基因的表达促进种子中淀粉的积累，而形成圆粒；反之，则为皱粒。（U 为基因启动子）

底物 $\xrightarrow{S酶}$ T6P $\xrightarrow{P酶}$ 海藻糖

请从①～④选择合适的基因与豌豆植株，进行转基因实验，为上述假说提供证据，下列说法不合理的是（　）

①U-R 基因　　②U-S 基因

③突变体 R 植株　　④U-P 植株（将 U-P 基因转入野生型获得的纯合植株）

A. ①④转基因植株与 U-P 植株相比，转基因植株种子淀粉含量增加，为圆粒

B. ②③转基因植株与突变体 R 植株相比，转基因植株种子的淀粉含量增加，为圆粒

C. ②④转基因植株与 U-P 植株相比，R 基因转录提高，淀粉含量增加，为圆粒

D. ①③转基因植株与突变体 R 植株相比，转基因植株种子淀粉含量增加，为圆粒

【答案】B

【解析】

【分析】分析题意可知，本实验的目的是验证 T6P 通过促进 R 基因的表达促进种子中淀粉的积累，而形成圆粒；反之，则为皱粒。实验设计应遵循对照与单一变量原则。

【详解】A、①④(U-P 植株，P 基因表达较高)，与 U-P 植株相比，转基因植株种子淀粉含量增加，为圆粒，可以为该假说提供证据，A 正确；

B、②③转基因植株（R 基因突变，无法产生 R 基因的表达产物），转基因植株种子的淀粉含量降低，为皱粒，B 错误；

C、②④转基因植株（可以合成大量的 S 酶和 T6P）与 U-P 植株相比，R 基因转录提高，淀粉含量增加，为圆粒，C 正确；

D、①③转基因植株与突变体 R 植株相比，转基因植物的 R 基因转录提高，转基因植株种子淀粉含量增加，为圆粒，D 正确；

故选 B。

12. 中国的许多传统美食制作过程蕴含了生物发酵技术。下列叙述不正确的是（　）

A. 泡菜制作过程中，密封处理有利于醋酸菌的生长

B. 馒头制作过程中，酵母菌进行呼吸作用产生 CO_2

C. 米酒制作过程中，将容器密封有利于酵母菌酒精发酵

D. 酸奶制作过程中，密封处理有利于乳酸菌发酵

【答案】A

【解析】

【分析】1、参与腐乳制作的微生物主要是毛霉，其新陈代谢类型是异养需氧型．腐乳制作的原理：毛霉等微生物产生的蛋白酶能将豆腐中的蛋白质分解成小分子的肽和氨基酸；脂肪酶可将脂肪分解成甘油和脂肪酸。

2、参与泡菜制作的微生物是乳酸菌，泡菜制作的原理：（1）乳酸菌在无氧条件下，将糖分解为乳酸。（2）利用乳酸菌制作泡菜的过程中会引起亚硝酸盐的含量的变化。

3、醋酸菌好氧性细菌，当缺少糖源时和有氧条件下，可将乙醇（酒精）氧化成醋酸；当氧气、糖源都充足时，醋酸菌将葡萄汁中的糖分解成醋酸；醋酸菌生长的最佳温度是在 30℃～35℃。

【详解】A、泡菜制作过程中，主要是乳酸菌将葡萄糖分解形成乳酸，A 错误；

B、做馒头或面包时，经常要用到酵母菌，酵母菌可以分解面粉中的葡萄糖，产生二氧化碳和酒精，二氧化碳是气体，遇热膨胀而形成小孔，使得馒头或面包松软多孔，B 正确；

C、酵母菌在有氧条件下可以大量繁殖，在密封也就是无氧条件下产生酒精，C 正确；

D、乳酸菌为厌氧菌，密封处理有利于乳酸菌发酵，D 正确。

故选 A。

13. 对出现下列实验现象可能原因的分析，合理的是（　）

选项	实验现象	可能原因
A	观察有丝分裂时装片中有很多未分裂的长方形细胞	分裂间期时间很长
B	蛋清稀释液中加入双缩脲试剂未显紫色	未进行水浴加热
C	光合色素分离后滤纸条上未出现明显的色素条带	滤液细线没及层析液
D	DNA 粗提取过程中玻璃棒上未出现明显的 DNA 絮状物	DNA 溶解在酒精中

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】C

【解析】

【分析】1、某些化学试剂能够使生物组织中的相关化合物产生特定的颜色反应。蛋白质与双缩脲试剂发生作用，产生紫色反应，蛋白质的鉴定不需水浴加热。

2、分生区细胞一般呈正方形，排列紧密。

3、绿叶中的色素能够溶解在有机溶剂无水乙醇中，所以，可以用无水乙醇提取绿叶中的色素。绿叶中的色素不只一种，它们都能溶解在层析液中，然而，它们在层析液中的溶解度不同，溶解度高的随层析液在滤纸上扩散得快，反之则慢。

【详解】A、观察有丝分裂应选择分生区细胞，一般为正方形，且选择分裂期时间相对较长的材料，A 错误；

B、用双缩脲试剂检测蛋白质时不需要水浴加热，B 错误；

C、光合色素溶于层析液中，若滤液细线没及层析液，使光合色素溶解于层析液中，从而使滤纸条上未出现明显的色素条带，C 正确；

D、提取 DNA 时用酒精，是利用了 DNA 不溶于酒精，但蛋白质等物质可以溶于酒精的原理，D 错误。

故选 C。

14. 大熊猫是我国的国宝，也是国家一级保护动物。主要分布在我国秦岭、岷山等山系，栖息地被分割成多个区域。近年来，我国持续加大野生动植物保护力度，野生大熊猫的数量也增加到 1800 多只，圈养的大熊猫也超过了 500 只。 2021 年大熊猫在世界自然保护联盟（IUCN）红色名录上的濒危等级由“濒危”降级为“易危”。下列说法不正确的是（　）

A. 大熊猫自然种群个体数量低与其繁育能力有关

B. 增加大熊猫自然保护区的面积可提高环境容纳量

C. 在大熊猫种群不同活动区域间建立走廊，可以减少地理隔离，增加基因交流

D. 濒危等级的下降说明我国保护措施的有效性，可完全将圈养大熊猫野化放归

【答案】D

【解析】

【分析】1、在环境条件不受破坏的情况下，一定空间中所能维持的种群最大数量称为环境容纳量，又称 K 值。

2、出生率和死亡率：单位时间内新产生的个体数目或死亡的个体数目占该种群个体总数的比率，出生率和死亡率对种群数量起着决定性作用。

3、隔离是物种形成的必要条件，长期的地理隔离可能会导致生殖隔离进而产生新物种。

【详解】A、动物的繁育能力可影响种群的出生率，进而影响种群数量，故熊猫的自然种群个体数量低与其繁育能力有关，A 正确；

B、在环境条件不受破坏的情况下，一定空间中所能维持的种群最大数量称为环境容纳量，所以增加大熊猫自然保护区的面积可改善生存环境，进而提高环境容纳量，B 正确；

C、隔离(地理隔离等)导致熊猫不能相遇，阻碍了各种群间的基因交流，在大熊猫种群不同活动区域间建立走廊，可以减少地理隔离，增加基因交流，C 正确；

D、濒危等级的下降说明我国保护措施的有效性，但不能完全将圈养大熊猫野化放归，D 错误。

故选 D。

15. 生物安全是国家安全体系的重要组成部分。下列关于保障生物安全的说法，不正确的是（　）

A. 谨慎使用抗生素，减少对耐药菌的选择

B 转基因技术已经成熟，可以任意改造生物

C. 面对新冠疫情，积极注射疫苗建立免疫屏障

D. 加强对高风险实验室的监管，避免病原微生物的泄露

【答案】B

【解析】

【分析】疫苗是指用各类病原微生物制作的用于预防接种的生物制品。其中用细菌或螺旋体制作的疫苗亦称为菌苗。抗生素是指能抑制或者杀灭细菌、病毒等病原体繁殖的一类药物。

【详解】A、抗生素能杀灭细菌，留下耐药菌，过多使用抗生素，会增加耐药菌的比例，因此需要谨慎使用抗生素，减少对耐药菌的选择，A 正确；

B、转基因技术存在一定的安全争议，也不能任意改造生物，B 错误；

C、疫苗可以使机体产生更多的记忆细胞和抗体，有利于更好地与病毒作斗争，因此面对新冠疫情，积极注射疫苗建立免疫屏障，C 正确；

D、高风险实验室中的病原微生物一旦流出，会导致人群中增加患病风险，因此需要加强监管，避免病原微生物的泄露，D 正确。

故选 B。

16. 植物的生长与氮素的吸收、同化、转移等过程密切相关。科研人员对烟草叶片光合作用中的氮素利用进行了相关研究。

（1）参与光合作用的很多分子都含有氮，氮与____离子参与组成的叶绿素能够吸收光能用于驱动水的分解和_____物质的合成；RUBP 羧化酶将 CO_2 固定为_____，再进一步被还原为糖类。

（2）科研工作者对烤烟品种 K326 施加不同的供氮量处理， 实验结果如下：

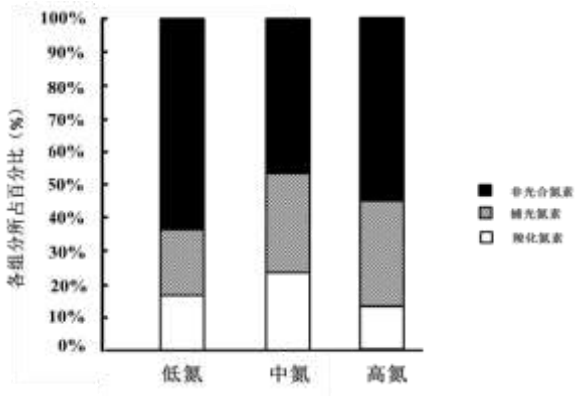
组别	氮浓度 (mmol/L)	比叶氮 (g/m^2)	叶绿素含量 (mg/dm^2)	叶绿体 CO_2 浓度 (μmol/mol)	净光合速率 ($\mu mol/m^2/s$)
低氮	0.2	0.5	1.6	75	9
中氮	2	0.95	2.8	125	15
高氮	20	1.1	3.0	80	14.9

注：比叶氮表示单位叶面积的氮素的含量

①从表中数据可知，氮素对烤烟叶片净光合速率的影响是_____。

②研究人员推测出现该现象的原因可能是：施氮提高了_____的合成，进而影响光合速率；但在高氮情况下，_____成为影响光合速率持续升高的限制因素。

（3）植物光合系统中的氮素分配受供氮量等因素的影响，研究人员对叶片光合系统中氮素的含量及分配进行了检测，结果如下：



注：叶片氮素可分为光合氮素和非光合氮素；前者包括捕光氮素和羧化氮素

检测结果显示：相对于中氮，高氮环境下，氮素从_____向_____转化，且羧化氮素所占比例降低，影响 RuBP 羧化酶活性，进而影响了光合作用的_____阶段。

（4）综合以上信息，从物质与能量的角度对烤烟种植提出合理建议并说明理由。

【答案】（1） ①. 镁（Mg、镁离子） ②. ATP、NADPH ③. C_3（三碳化合物）

（2） ①. 氮素可显著提高烤烟叶片的净光合速率，高氮相对于中氮提高作用不显著 （但中氮与高氮的作用无显著差异） ②. 叶绿素 ③. 叶绿体 CO_2 浓度

（3） ①. 光合氮素 （捕光氮素和羧化氮素/羧化氮素） ②. 非光合氮素 ③. 暗反应（碳反应）

（4）适量施加氮肥。原因：既能提高光合速率，合成更多的有机物，储存更多能量，又避免物质（氮）的浪费

【解析】

【分析】光合作用的过程：①光反应阶段（场所是叶绿体的类囊体薄膜）：水的光解产生 NADPH 与 O_2，以及 ATP 的形成；②暗反应阶段或碳反应阶段（场所是叶绿体的基质）：CO_2 被 C_5 固定形成 C_3，C_3 在光反应提供的 ATP 和 NADPH 氢的作用下还原生成 C_5 和糖类等有机物。

【小问 1 详解】

氮与镁（Mg）离子参与组成的叶绿素能够吸收光能，从而促进光合作用的光反应阶段 NADPH、ATP 的合成和水的分解；在暗反应阶段，CO_2 和五碳化合物分子生成 C_3（三碳化合物），C_3 在 NADPH、ATP 的作用下再进一步被还原为糖类。

【小问 2 详解】

由表可知，高氮组的净光合速率略小于中氮组，中氮组的净光合速率明显大于低氮组，因此氮素对烤烟叶片净光合速率的影响是：氮素可显著提高烤烟叶片的净光合速率，高氮相对于中氮提高作用不显著（但中氮与高氮的作用无显著差异）。根据氮和镁离子参与组成叶绿素，可推测出现该现象的原因可能是：施氮提高了叶绿素的合成，进而影响光合速率；再结合表格可知，低氮组叶绿体 CO_2 浓度明显高于低氮组和高氮组，说明在高氮情况下，叶绿体 CO_2 浓度成为影响光合速率持续升高的限制因素。

【小问 3 详解】

据图可知，相对于中氮，高氮环境下，非光合氮素增多，羧化氮素减少，说明高氮环境下，氮素从光合氮素（捕光氮素和羧化氮素/羧化氮素）向非光合氮素转化，且羧化氮素所占比例降低，结合 RuBP 羧化酶参与二氧化碳的固定，可知进而影响了光合作用的暗反应（碳反应）阶段。

【小问 4 详解】

根据以上分析可知，氮素可显著提高烤烟叶片的净光合速率，高氮相对于中氮提高作用不显著，且为了避免物质（氮）的浪费，故对烤烟种植提出合理建议是：适量施加氮肥，原因是适量施加氮肥既能提高光合速率，合成更多的有机物，储存更多能量，又避免物质（氮）的浪费。

【点睛】本题以科研人员对烟草叶片光合作用中的氮素利用的相关研究为素材，考查光合作用的相关知识，要求考生掌握光合作用的过程，识记叶绿素的组成成分，能根据实验结果得出相应的结论，难度不大。

17. 原产于北美温带的“加拿大一枝黄花”（简称 SC）给我国南方地区造成严重的生态灾害和经济损失。为研究 SC 入侵我国南方地区的原因，科研工作者利用入侵的 SC 二、四、六倍体（R_2、R_4、R_6）的三种类型分别和当地常见植物混种，在我国南方某地进行了以下实验。

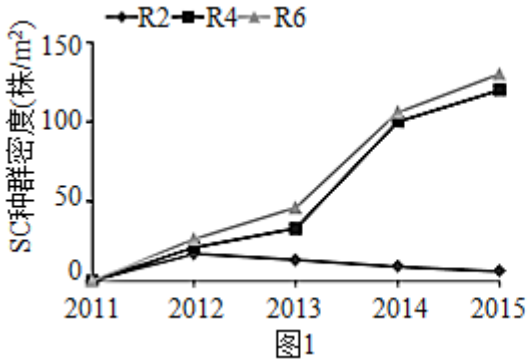


图1

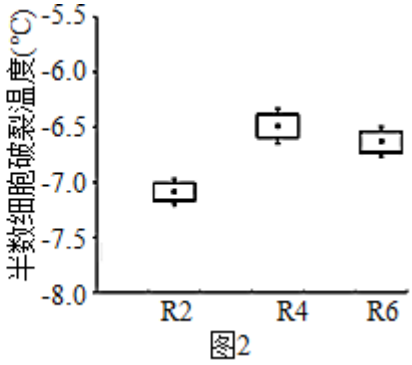


图2

（1）SC 和本地植物属于 _____ 关系，从图 1 可以判断造成生物入侵的主要是_____类型，会导致本地植物灭绝，造成当地的_____锐减。

（2）为了研究 SC 主要入侵我国南方地区，而北方地区未出现此现象的原因，研究者以半数细胞破裂温度为参数，对其各类型的耐寒能力进行检测，如图 2 所示。结合图 1、图 2 相关信息分析，下列推断合理的是

_____

A. 由于我国南方气温高，所以 SC 产生不耐寒的突变

B. SC 中的四倍体、六倍体的耐寒性均低于二倍体

C. 耐寒能力强的 SC 更容易在南方地区发生入侵

D. R_4、R_6耐寒性差，很可能不适应我国北方寒冷的天气

（3）SE1 是寒冷响应的转录因子，其表达水平升高，能增加植物的耐寒能力。为阐明不同类型 SC 耐寒性差异的原因，研究人员做出如下假设：

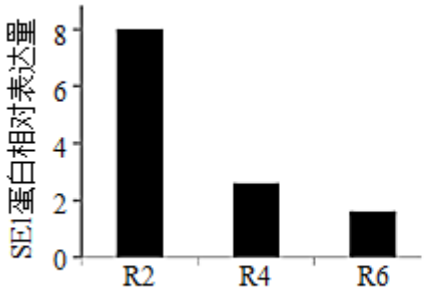


图3

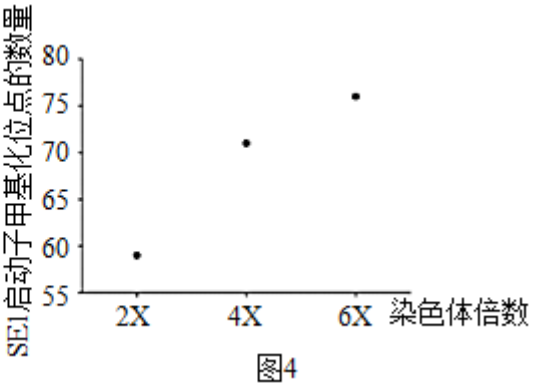


图4

假设：SE1 基因数量增多，但其转录被抑制的程度更高，导致表达水平更低。

根据图 3、图 4 的实验结果，你是否_____（支持/不支持）假设。请说明理由

_____。

（4）人工培育的作为观赏用的二倍体 SC（又称黄莺花），在云南等地被允许广泛种植。综合上述信息，判断能否在我国北方地区种植并说明原因_____。

【答案】（1） ①. 竞争 ②. R_4和 R_6 ③. 物种多样性 （生物多样性） （2）BD

（3） ①. 支持 ②. 根据图 3 和图 4 可知，染色体倍数越高，（SE1 基因数量越多，）SE1 启动子甲基化位点数越多，SE1 表达水平越低，说明 SE1 的转录被抑制

（4）不能，二倍体 SC 耐寒性好，更适应北方较冷的气温，极有可能造成生物入侵

【解析】

【分析】“加拿大一枝黄花”（简称 SC）给我国南方地区造成严重的生态灾害和经济损失，据图 1 分析可知，造成生物入侵的主要是 R_4和 R_6类型，繁殖速度快，生长优势明显，与周围植物争阳光、争肥料，直至其它植物死亡，从而对生物多样性构成严重威胁。

【小问 1 详解】

根据题图分析可知，SC 与周围植物争阳光、争肥料，所以 SC 和本地植物属于竞争关系，从图 1 分析：R_4和 R_6类型种群密度增长快，即繁殖速度快，生长优势明显，所以造成生物入侵的主要是 R_4和 R_6类型，会导致本地植物灭绝，物种减少，造成当地的物种多样性锐减。

【小问 2 详解】

A、突变是不定向的，高温环境起选择作用，淘汰不耐寒的个体，A 错误；

B、据图 2 可知，SC 中的四倍体、六倍体的半数细胞破裂温度均高于二倍体，所以耐寒性均低于二倍体，B 正确；

C、据题中信息分析，耐寒能力弱的 SC 的 R_4和 R_6类型的更容易在南方地区发生入侵，C 错误；

D、据图 2 分析，R_4、R_6耐寒性差，很可能不适应我国北方寒冷的天气，D 正确。

故选 BD。

【小问 3 详解】

根据图 3 和图 4 可知，染色体倍数越高，SE1 基因数量越多，SE1 启动子甲基化位点数越多，SE1 表达水平越低，说明 SE1 的转录被抑制，所以支持 SE1 基因数量增多，但其转录被抑制的程度更高，导致表达水平更低。

【小问 4 详解】

二倍体 SC 耐寒性好，更适应北方较冷的气温，极有可能造成生物入侵，所以不能在我国北方地区种植。

【点睛】本题主要考查加拿大一枝黄花的种群数量变化及原因，要求学生具有一定的分析推理能力，且能够应用知识解决实际问题。

18. 膀胱癌是泌尿系统最常见的肿瘤，传统的检测方法存在诸多不足。研究者尝试使用噬菌体展示技术（将外源基因插入到噬菌体 DNA 上并将表达的蛋白呈现至噬菌体表面的一种技术）获取能与膀胱癌细胞特异性结合的小分子多肽。

（1）与大肠杆菌相比，噬菌体在结构上最主要的特点是_____。噬菌体侵染大肠杆菌后，以_____的 DNA 为模板，利用_____的物质来合成自身的物质

（2）研究者以膀胱癌细胞特异性表达的 UBC 蛋白作为靶蛋白，设计出多种基因，将其分别转入不同噬菌体 DNA 上，并在子代噬菌体表面表达出可与 UBC 特异性结合的多肽，再根据图 1、2 的操作进行筛选。根据题意将正确的选项填在下表①、②横线处。

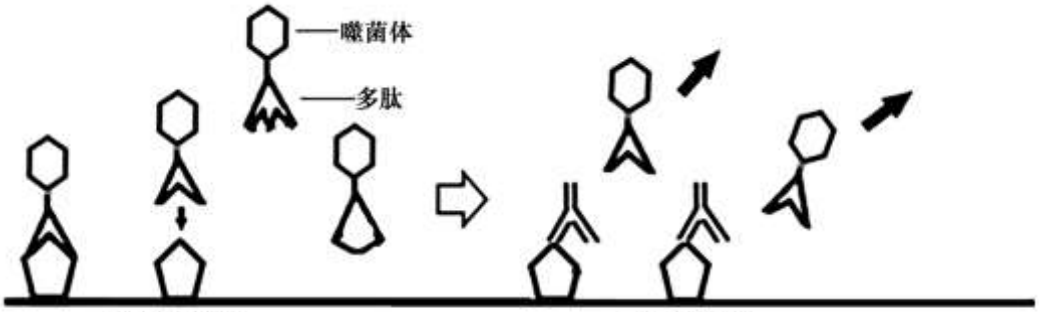


图1 第一次洗脱前　　图2 第二次洗脱后

特异性结合将 UBC 固定，加入①____混合温育	洗脱 第一次：非特异性洗脱液； 第二次：含 UBC 单抗的洗脱液。	收集 收集②____，提取 DNA 进行测序

A．噬菌体 B. 大肠杆菌 C. UBC 单抗 D. 第一次洗脱完的液体 E. 第二次洗脱完的液体

（3）从筛选出的噬菌体中获得了 1 种相应的多肽 S，对多肽 S 和 UBC 的结合力做了进一步检测，结果如图 3 所示。据图分析，①和②处应添加的物质分别为_____、_____（无关抗体/UBC 单抗），由此可知，多肽 S 的结合力_____。

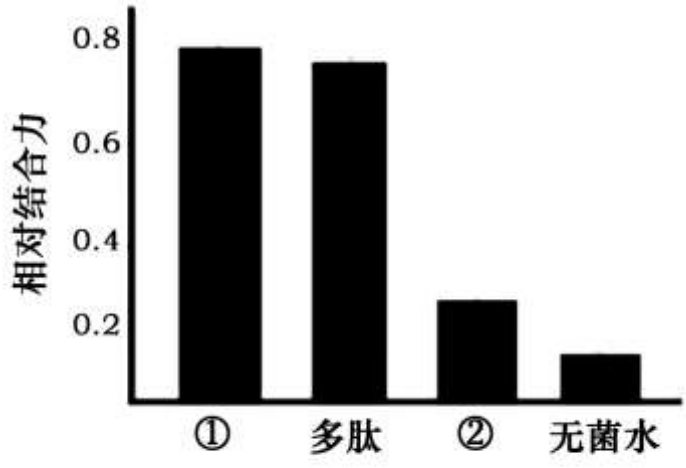


图3 相对结合力检测结果

（4）①研究者分别将人的肺癌细胞、膀胱癌细胞、膀胱上皮细胞，置于细胞培养液中，培养在 37℃、含_____的培养箱中。

②将筛选的多肽 S 进行荧光标记，分别与上述细胞混合温育处理 1.5h，使用荧光显微镜观察细胞，预期结果是_____，依据是_____。

（5）噬菌体展示技术作为一种新兴的蛋白质研究技术，除了对癌细胞的诊疗，还可以应用在哪些领域？

【答案】（1） ①. 没有细胞结构 ②. 噬菌体（自身） ③. 大肠杆菌

（2） ①. A ②. E

（3） ①. UBC 单抗 ②. 无关抗体 ③. 略低于/接近 UBC 单抗，远高于无关抗体和无菌水

（4） ①. 5% CO_2 ②. 只有膀胱癌细胞显示了荧光，其它细胞都不显示荧光 ③. 多肽 S 只能和膀胱癌 UBC 特异性结合，不能与其他细胞特异性结合

（5）（筛选酶/底物/抑制剂等，筛选与 DNA 结合的蛋白质/研究信息传递过程等与蛋白质筛选有关的均可）

【解析】

【分析】噬菌体是一类病毒的统称，它们主要的寄生目标是特定的某些细菌，噬菌体的寄生可以导致细菌的破裂，因此顾名思义的被称为噬菌体。单克隆抗体是由单一 B 细胞克隆产生的高度均一、仅针对某一特定抗原表位的抗体。UBC 单抗与 UBC 的亲和力高，可以作为结合力的条件对照。

【小问 1 详解】

噬菌体是 DNA 病毒，大肠杆菌是原核生物，噬菌体没有细胞结构；噬菌体的遗传物质是 DNA，侵染大肠杆菌后，以噬菌体的 DNA 为模板合成噬菌体的 DNA；原料来自大肠杆菌，合成场所也在大肠杆菌。

【小问 2 详解】

多种基因分别转入不同噬菌体 DNA 上，表达出可与 UBC 特异性结合的多肽，要检测哪个噬菌体能表达出与 UBC 特异性结合的多肽，需要将 UBC 与噬菌体混合，故选 A；第一次洗脱掉的是不能特异性结合的，第二次是将与 UBC 单抗结合的洗脱下来，因此收集第二次洗脱液，提取 DNA 进行测序，即为与 UBC 特异性结合的多肽对应的基因，故选 E。

【小问 3 详解】

判断多肽 S 与 UBC 的结合力，以 UBC 与 UBC 单抗的结合力作为条件对照，为①中 UBC+UBC 单抗；第二组加入的应是多肽 S+UBC，第三组为 UBC+无关抗体，第四组为 UBC+无菌水，因此②为无关抗体；结合图示可知，多肽 S 的结合力略低于/接近 UBC 单抗，远高于无关抗体和无菌水。

【小问 4 详解】

5% CO_2 培养箱可以模拟体内环境，常用来培养动物细胞；多肽 S 能与肺癌细胞上的 UBC 蛋白结合，其它细胞表面没有 UBC 蛋白，因此多肽 S 使得膀胱癌细胞显示了荧光，其它细胞都不显示荧光。

【小问 5 详解】

噬菌体展示技术作为一种新兴的蛋白质研究技术，是将外源基因插入到噬菌体 DNA 上并将表达的蛋白呈现至噬菌体表面的一种技术，可以用于筛选酶/底物/抑制剂等，筛选与 DNA 结合的蛋白质/研究信息传递过程等。

【点睛】本题主要考查基因工程的相关知识，要求学生有一定的理解分析能力。

19. 学习以下材料，回答问题（1）～（4）。

去甲肾上腺素荧光分子探针

去甲肾上腺素（Norepinephrine, NE）是一种重要的神经递质，可参与大脑中感官信息处理、注意力调节等活动。NE 传递受损与各种精神疾病和神经退行性疾病密切相关，包括焦虑、抑郁、注意力缺陷和帕金森病。目前，微透析和电化学技术只可检测细胞外液中的 NE 水平，难以与其他神经递质进行区分。而且采样程序复杂也限制了体内准确测量 NE 动态变化的能力。

为解决以上技术难题，我国科研人员开发并优化了一类 NE 受体荧光探针，命名为 G_{NE}（如图 1）。科研人员通过对 NE 受体特定部位的基因进行改造并使其表达，使 NE 受体的胞内特定位置嵌入对结构变化敏感的荧光蛋白。利用 G_{NE} 可以高特异性、高灵敏性地记录 NE 动态变化且不诱导原有下游信号的改变。比如该探针仅能与 NE 特异性结合，连 NE 甲基化后的肾上腺素都不能识别。

如何在体内检测 NE 的动态变化？研究团队以斑马鱼为材料，获得转入 G_{NE} 基因的斑马鱼，并通过组织特异性启动子让 G_{NE} 在神经元中表达。当用特定的视觉刺激引发斑马鱼释放 NE 时，G_{NE} 会发出大量荧光信号；当加入 NE 受体抑制剂 YO 时，荧光信号无显著变化。这一结果可证明 G_{NE} 在体内检测 NE 释放信号的有效性。

在小鼠的大脑中也成功记录到光刺激引起的 NE 水平动态变化。科研人员对小鼠进行强迫游泳和悬尾应激实验，发现下丘脑中 G_{NE} 的荧光强度均显著增加；而在社交或饮食行为实验中，未发现荧光信号的改变，证明小鼠下丘脑 NE 的释放主要发生在应激条件下。以上实验说明 G_{NE} 能够提供快速、精准的细胞类型特异性检测和体内 NE 浓度动态监测。

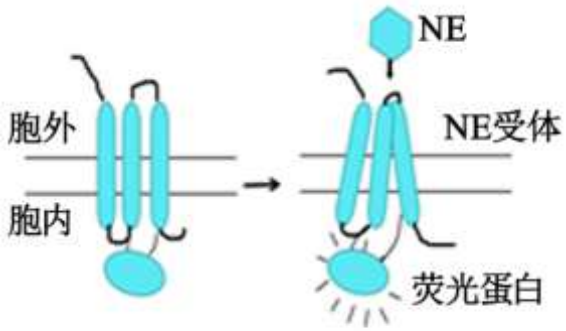


图1 NE荧光分子探针

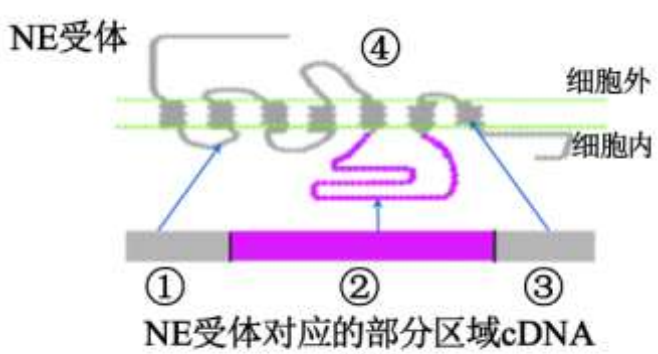


图2

（1）中枢神经细胞以_____的形式释放的 NE，会与_____的受体结合，传递信息。

（2）①NE 受体是一种跨膜蛋白，需改造后才能获得 NE 荧光分子探针。由文章可知，荧光蛋白基因应插入图 2 中的_____位置（选择序号填入）。

②据图 1 推测 NE 荧光分子探针的工作原理是_____。

（3）若想证明 G_{NE} 分子探针具有 NE 特异性，以斑马鱼为实验材料，请在下表中完善相关实验内容。其中，$G_{NE\text{-}M}$ 是突变的 G_{NE}，不能与 NE 结合。

表中①、②、③分别应选择_____、_____、_____（填字母标号）。

a. NE　b. NE 受体　c. NE 受体抑制剂　d.肾上腺素受体抑制剂 e. 荧光信号强度无变化　f. 荧光信号强度与刺激同步 g. 荧光信号强度增加，但不与刺激同步

实验分组	探针种类	添加物	刺激	结果
1	G_{NE}	无	给与相同的视觉刺激	荧光信号强度与刺激同步
2	G_{NE}	①		荧光信号强度无变化
3	$G_{NE\text{-}M}$	无		②
4	G_{NE}	③		荧光信号强度与刺激同步

（4）请说出该技术在治疗精神疾病和神经退行性疾病方面的优势_____。

【答案】（1）　①. 胞吐　②. 突触后膜

（2）　①. ①　②. 工作原理：NE 与受体特异性结合改变受体的空间结构，进而使荧光蛋白构象改变并发出荧光可通过检测荧光强度来反应 NE 的浓度

（3）　①. c　②. e　③. d

（4）优势： 特异性强，灵敏度高，可以体内准确测量 NE 动态变化，不诱导原有下游信号的改变

【解析】

【分析】1、神经递质由突触前膜释放作用于突触后膜。

2、科研人员通过对 NE 受体特定部位的基因进行改造并使其表达，使 NE 受体的胞内特定位置嵌入对结构变化敏感的荧光蛋白。

3、当用特定的视觉刺激引发斑马鱼释放 NE 时，GNE 会发出大量荧光信号；当加入 NE 受体抑制剂 YO 时，荧光信号无显著变化。

【小问 1 详解】

NE（去甲肾上腺素）是一种重要的神经递质，由突触前膜以胞吐的方式释放到间隙，以扩散方式通过间隙，与突触后膜上的特异性受体结合，传递信息。

【小问 2 详解】

NE 受体是一种跨膜蛋白，需改造后才能获得 NE 荧光分子探针，由文章可知，使 NE 受体的胞内特定位置嵌入对结构变化敏感的荧光蛋白，所以选取胞内为插入点，故荧光蛋白基因应插入图 2 中的①位置；据图 1 推测 NE 荧光分子探针的工作原理是：NE 与受体特异性结合改变受体的空间结构，进而使荧光蛋白构象改变并发出荧光可通过检测荧光强度来反应 NE 的浓度。

【小问 3 详解】

由题干信息可知：转入 G_{NE} 基因的斑马鱼，受到视觉刺激引发斑马鱼释放 NE 时，G_{NE} 会发出大量荧光信号；当加入 NE 受体抑制剂时，荧光信号无显著变化。当探针种类为 G_{NE} 时，荧光信号强度与刺激同步；当探针种类为 G_{NE} 时，荧光信号强度无变化，说明添加了 NE 受体抑制剂；当探针种类为 $G_{NE\text{-}M}$ 时，给与相同的视觉刺激，荧光信号强度无变化；当探针种类为 G_{NE} 时，荧光信号强度与刺激同步，说明添加了肾上腺素受体抑制剂，该探针仅能与 NE 特异性结合，NE 甲基化后的肾上腺素都不能识别，所以添加该物没有起作用，故表中①对应 c、②对应 e、③对应 d。

【小问 4 详解】

由题干信息可知：以上实验说明 G_{NE} 能够提供快速、精准的细胞类型特异性检测和体内 NE 浓度动态监测，所以该技术在治疗精神疾病和神经退行性疾病方面的优势： 特异性强，灵敏度高，可以体内准确测量 NE 动态变化，不诱导原有下游信号的改变。

【点睛】本题主要考查考生的阅读理解以及分析问题的能力，结合题干答题是做题关键。

20. 番茄光系统是由光合色素、脂类和蛋白质构成的复合物，高强度光照射后，会受到破坏从而抑制光合作用。研究人员对番茄抗高光胁迫的系统调控机制进行了相关研究。

（1）高光胁迫时，位于_____膜（结构）上的光系统，可以_____过量光能，将其转化为大量热能，破坏光系统。而番茄会通过 NPQ（一种光保护机制）散失过多热能，避免高光胁迫造成的损伤。

（2）为研究 V 基因在高光条件下对 NPQ 机制的作用，科研人员利用病毒诱导基因沉默技术（VIGS 技术）特异性地使 V 基因沉默。该技术的原理如图 1 所示。

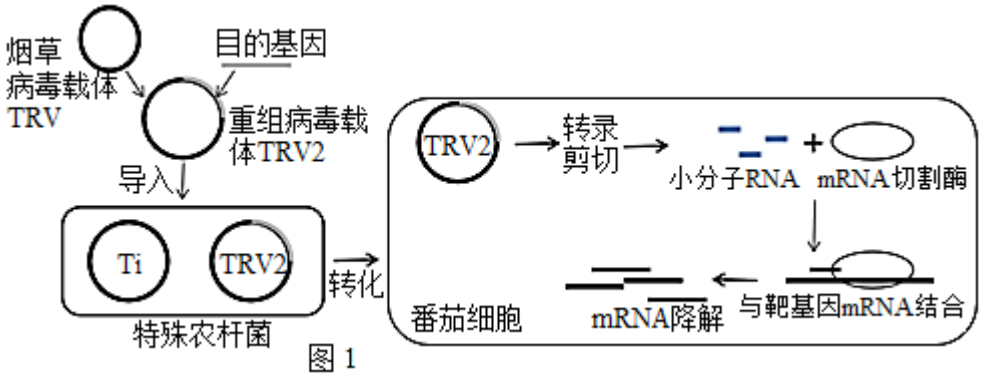


图 1

①结合信息，本实验中目的基因应选用_____。该目的基因可通过_____技术获得，利用_____酶可将其与病毒载体连接，构建重组病毒载体，转入特殊农杆菌中。已知普通农杆菌能将自身 Ti 质粒上的 T-DNA 转入植物细胞，请据图 1 说出该过程中特殊农杆菌的作用特点_____。

②应用该技术最终获得 V 基因沉默番茄，与野生型番茄经过相同高光处理，实验结果如图 2，说明_____。

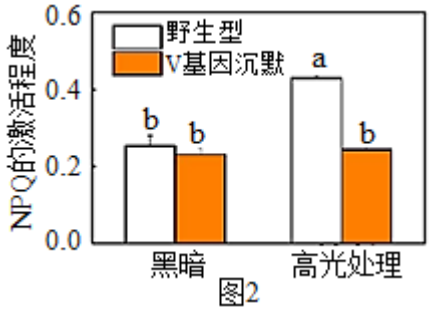


图2

（3）番茄上部叶片经高光处理后，未受光照的下部叶片中 V 基因表达量会随之发生变化，从而使整株植物均可抵抗高光。推测上部叶片产生的 HY5（一种转录因子）传递到下部叶片，导致 V 基因表达量的变化。科研人员利用不同的番茄植株进行嫁接实验以验证上述猜测。

	1 组	2 组	3 组
上部叶片	HY5 沉默植株	野生型	I___
下部叶片	野生型	野生型	II___
检测下部叶片 V 基因表达量			

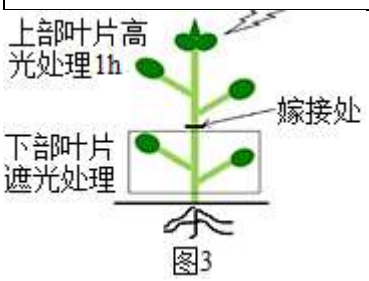


图3

①在上表横线处完善实验设计，I、II的番茄植株应分别选用_____、_____。（填写字母）

A. HY5 过表达植株

B. HY5 沉默植株

C. 野生型植株

②若出现_____的结果，则证明上述推测成立。

（4）综上所述，请解释高光胁迫时，番茄整株植物抵抗高光的分子机制。_____。

【答案】（1） ①. 类囊体（类囊体薄膜） ②. 吸收（吸收传递）

（2） ①. V 基因 ②. PCR （人工合成） ③. 限制酶和 DNA 连接酶 ④. 无需将目的基因整合到 T-DNA 上，而直接可将外源重组病毒载体转入植物细胞，同时不会转入 Ti 质粒 ⑤. V 基因的表达能够促进 NPQ 机制的激活

（3） ①. A ②. C ③. 如果出现下部叶片 V 基因 表达量 1 组＜2 组＜3 组

（4）高光照射后，番茄上部受光叶片产生 HY5，产生的 HY5 传递到下部未受光叶片，整体促进 V 基因表达，激活 NPQ 机制，促进叶片散热，从而整株植物得以保护自身。

【解析】

【分析】农杆菌中的 Ti 质粒上的 T-DNA 可转移至受体细胞，并且整合到受体细胞染色体的 DNA 上。根据农杆菌的这一特点，如果将目的基因插入到 Ti 质粒的 T-DNA 上，通过农杆菌的转化作用，就可以把目的基因整合到植物细胞中染色体的 DNA 上。

【小问 1 详解】

叶绿体的类囊体膜是进行光反应的场所，因此光系统位于类囊体膜上；类囊体膜上有色素，可以吸收并传递光能。

【小问 2 详解】

①分析题意可知，本实验目的是研究 V 基因在高光条件下对 NPQ 机制的作用，则 V 基因是本实验的目的基因；该基因序列已知，可以用 PCR 技术或人工合成的方法获得；构建重组质粒时需要用先用限制酶切割目的基因和运载体，再用 DNA 连接酶连接目的基因与运载体（病毒载体）；结合图示可知，特殊农杆菌无需将目的基因整合到 T-DNA 上，而直接可将外源重组病毒载体转入植物细胞，同时不会转入 Ti 质粒。

②结合图 2 可知，与野生型相比，V 基因沉默后，高光处理组，NPQ 的激活程度较低，说明 V 基因的表达能够促进 NPQ 机制的激活。

【小问 3 详解】

①分析题意，本实验目的是验证“HY5 能传递到下部叶片，导致 V 基因表达量的变化，从而使整株植物均可抵抗高光”，则实验的自变量是 HY5 表达情况，实验设计应遵循对照与单一变量原则，故I、II的番茄植株应分别选用 HY5 过表达植株和野生型植株，故选 AC。

②若 HY5 能传递到下部叶片，导致 V 基因表达量的变化，则 HY5 过表达的 3 组中 V 基因表达最高，沉默组 1 组最少，故下部叶片 V 基因的表达量 1 组＜2 组＜3 组。

【小问 4 详解】

综上所述，高光胁迫时番茄整株植物抵抗高光的分子机制为：高光照射后，番茄上部受光叶片产生 HY5，产生的 HY5 传递到下部未受光叶片，整体促进 V 基因表达，激活 NPQ 机制，促进叶片散热，从而整株植物得以保护自身。

【点睛】本题主要考查结合题图，综合考查基因工程的相关知识及实验设计的相关原则和思路，要求考生能准确把握题干信息，并结合实验设计的原则作答。

21. 小麦是我国重要的粮食作物，白粉病是一种造成小麦严重减产的病害。我国科研人员为培育抗病的优质小麦进行了一系列研究。

（1）小麦的感病与抗病是一对_____性状。

（2）科研人员获得了 1 种抗病小麦品系甲，但其产量和株高明显低于野生型小麦。

组别	亲本	F_1	F_2 表型及比例
1	♀甲 ╳ ♂野生型	自交	野生型：抗病≈2.76:1

①科研人员将品系甲与野生型小麦进行杂交，结果如上表。根据杂交结果可知：抗病性状相对于野生型的感病性状为_____性状，且根据 F_2 的表现型及比例还可作出的判断_____。

②为阐明甲的抗病性状的遗传基础，研究者分别选取野生型和甲品系的叶片，对候选染色体 1 和 2 上的相关基因进行 PCR 扩增，电泳结果如图 1，推测甲品系抗病性状出现的根本原因是_____染色体上感病基因发生突变。

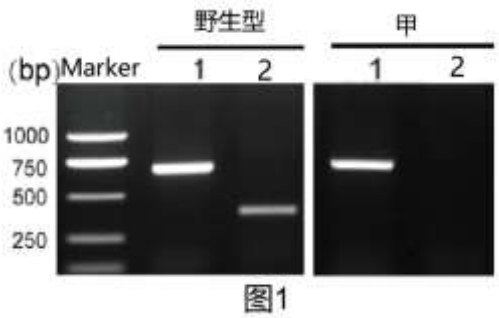


图1

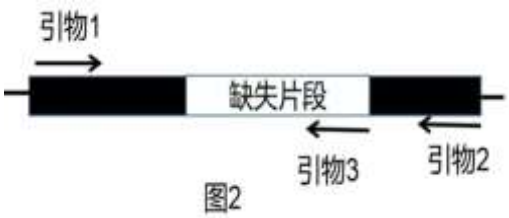


图2

③DNA 序列分析发现抗病基因的出现是感病基因缺失一部分碱基序列造成的。图 2 为感病基因序列示意图，推测出现图 1 所示条带是选用引物 1 和引物_____进行 PCR 扩增造成的。

（3）研究人员欲将甲抗病基因转移到具高产品质的野生型小麦基因组内，进行了下列杂交试验。

回交是子代与亲本之一进行杂交的方法。目的是加强杂种子代个体中某一亲本性状的表现型。研究人员将均为纯合子的野生型与甲杂交，将杂交实验一中的 F_1 与野生型连续回交多代并利用分子标记辅助筛选，如图 3 所示。

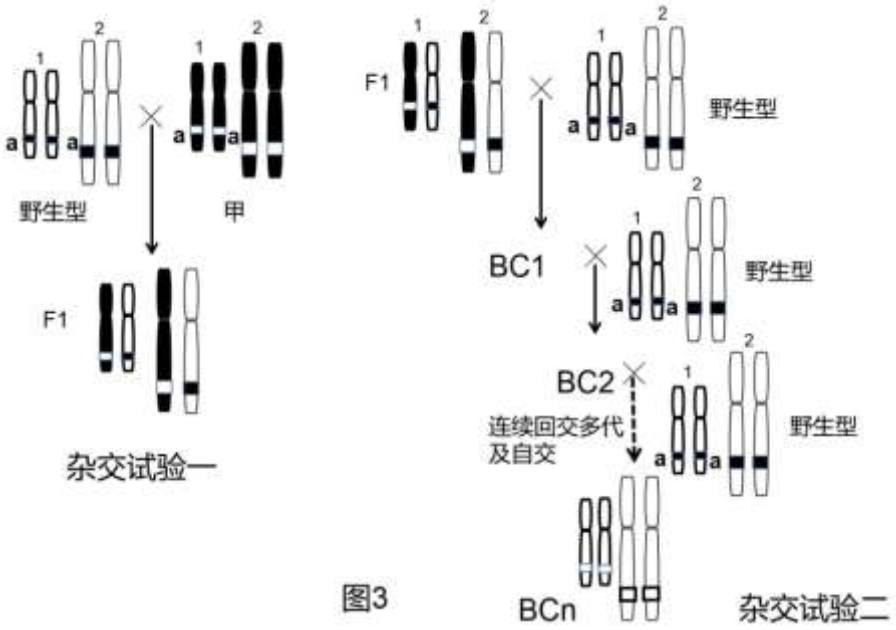


图3

①经过杂交实验一和二后，BC2 的基因型及比例为_____（抗病基因与感病基因用 R/r 表示）

②科研人员在实验二所做的杂交和筛选工作的目的是_____。

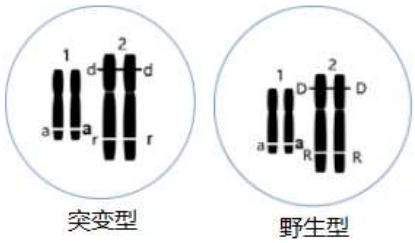
（4）由于借助于分子标记对 BCn 的筛选较难操作，请你设想一种利用某一直观的相对性状（等位基因 D、d），能更快速筛选抗病高产优质野生型小麦的方法。画出其与抗病基因在染色体上的位置关系。

【答案】（1）相对性状

（2） ①. 隐性 ②. 由一对基因控制，遵循分离定律 ③. 2 号 ④. 3

（3） ①. aa RR；aaRr=3:1 ②. 保留抗病基因 其他基因为野生型个体的基因或让抗病基因转入野生型细胞内（a 基因不做要求）

（4）让抗病基因与隐性基因 d 在同一条染色体上，如图



【解析】

【分析】PCR 一般指聚合酶链式反应。 聚合酶链式反应（PCR）是一种用于放大扩增特定的 DNA 片段的分子生物学技术，它可看作是生物体外的特殊 DNA 复制，PCR 的最大特点是能将微量的 DNA 大幅增加。

【小问 1 详解】

相对性状是同一种性状的不同的表现形式，抗病与感病是同一种性状中的相对性状。

【小问 2 详解】

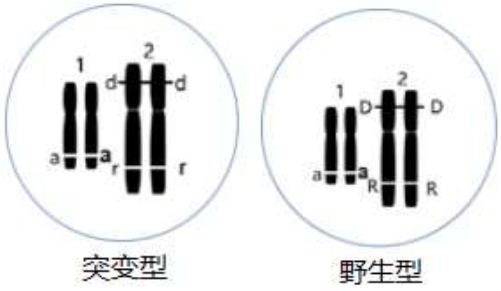
自交结果为野生型：抗病=3：1，可知抗病为隐性性状；且该病由一对基因控制，遵循分离定律；F_1为杂合子；结合表格可知，亲本中的甲和野生型均为纯合子，甲为隐性纯合，野生型为显性纯合，甲的基因在野生型上面没有，因此为 2 号染色体上的基因发生突变而来；抗病基因的出现是感病基因缺失一部分碱基序列造成的，用引物 1 和引物 3，则用 2 号染色体无法扩增出条带。

【小问 3 详解】

由表格可知抗病性状相对于野生型的感病性状为隐性性状，故杂交试验一为 aaRR（野生型）×aarr（甲），F_1为 aaRr，aaRr×aaRR（野生型）→1/2aaRr、1/2aaRR，再继续与 aaRR 杂交得到 BC2 的基因型：aa RR=1/2×1/2+1/2=3/4、aaRr=1/2×1/2=1/4，所以 aa RR：aaRr=3:1；实验二所做的杂交和筛选工作的目的是保留抗病基因 其他基因为野生型个体的基因或让抗病基因转入野生型细胞内（a 基因不做要求）。

【小问 4 详解】

利用某一直观的相对性状（等位基因 D、d），更快速筛选抗病高产优质野生型小麦，可让抗病基因与隐性基因 d 在同一条染色体上，则后代中表现隐性性状 dd 的个体一定具有抗病性状。突变型和野生型的基因与染色体位置关系如图。



【点睛】本题主要考查 PCR 技术与杂交后代基因型及比例，明确题干作出判断是做题关键。