

2021 年普通高中学业水平等级性考试
北京卷·生物

本试卷共 10 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

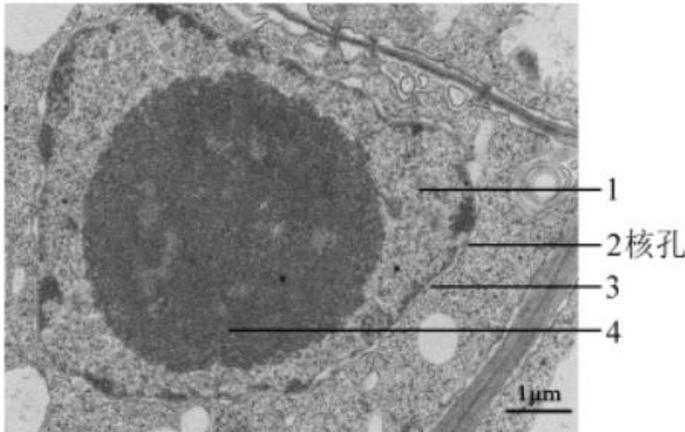
第一部分

本部分共 15 题，每题 2 分，共 30 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. ATP 是细胞的能量“通货”，关于 ATP 的叙述错误的是

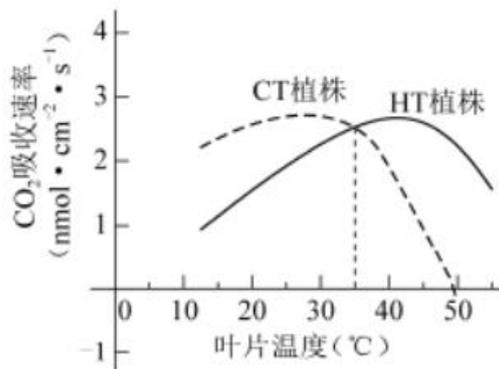
- A. 含有 C、H、O、N、P B. 必须在有氧条件下合成
C. 胞内合成需要酶的催化 D. 可直接为细胞提供能量

2. 下图是马铃薯细胞局部的电镜照片，1~4 均为细胞核的结构，对其描述错误的是



- A. 1 是转录和翻译的场所 B. 2 是核与质之间物质运输的通道
C. 3 是核与质的界膜 D. 4 是与核糖体形成有关的场所

3. 将某种植物置于高温环境 (HT) 下生长一定时间后，测定 HT 植株和生长在正常温度 (CT) 下的植株在不同温度下的光合速率，结果如图。由图不能得出的结论是

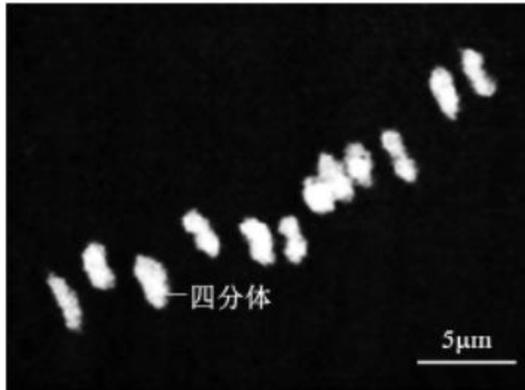


- A. 两组植株的 CO₂ 吸收速率最大值接近
B. 35°C 时两组植株的真正 (总) 光合速率相等
C. 50°C 时 HT 植株能积累有机物而 CT 植株不能
D. HT 植株表现出对高温环境的适应性

4. 酵母菌的 DNA 中碱基 A 约占 32%，关于酵母菌核酸的叙述错误的是

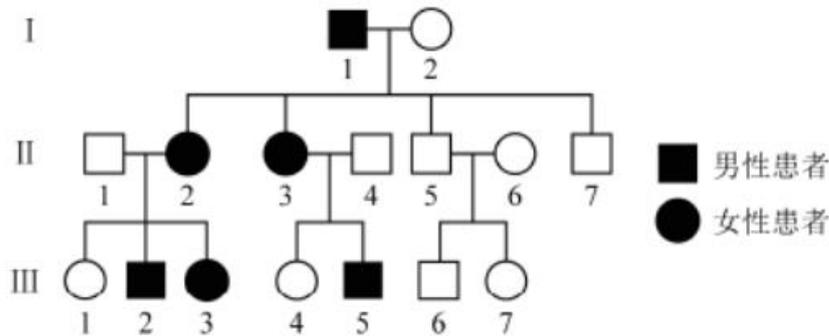
- A. DNA 复制后 A 约占 32% B. DNA 中 C 约占 18%
C. DNA 中 $(A+G) / (T+C) = 1$ D. RNA 中 U 约占 32%

5.如图为二倍体水稻花粉母细胞减数分裂某一时期的显微图像,关于此细胞的叙述错误的是



- A.含有 12 条染色体 B.处于减数第一次分裂
C.含有同源染色体 D.含有姐妹染色单体

6.下图为某遗传病的家系图,已知致病基因位于 X 染色体。



对该家系分析正确的是

- A.此病为隐性遗传病 B.III-1 和 III-4 可能携带该致病基因
C.II-3 再生儿子必为患者 D.II-7 不会向后代传递该致病基因

7.研究者拟通过有性杂交的方法将簇毛麦 ($2n=14$) 的优良性状导入普通小麦 ($2n=42$) 中。用簇毛麦花粉给数以千计的小麦小花授粉, 10 天后只发现两个杂种幼胚, 将其离体培养, 产生愈伤组织, 进而获得含 28 条染色体的大量杂种植株。以下表述错误的是

- A.簇毛麦与小麦之间存在生殖隔离
B.培养过程中幼胚细胞经过脱分化和再分化
C.杂种植株减数分裂时染色体能正常联会
D.杂种植株的染色体加倍后能产生可育植株

8.为研究毒品海洛因的危害, 将受孕 7 天的大鼠按下表随机分组进行实验, 结果如下。

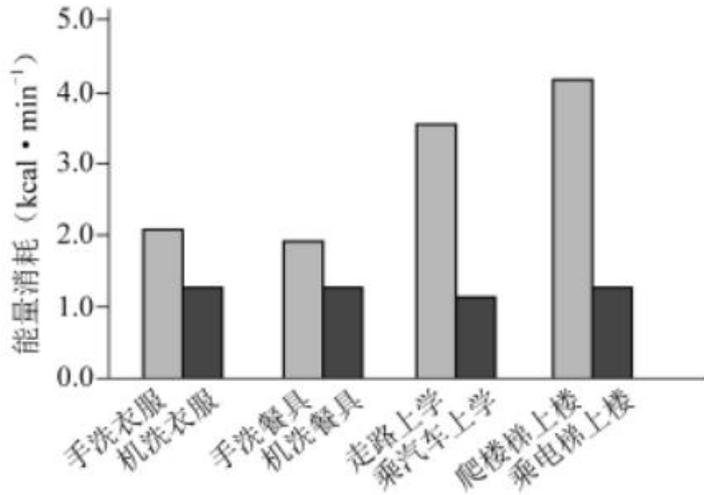
检测项目	处理	对 照 组	连续 9 天给予海洛因		
			低剂量组	中剂量组	高剂量组
活胚胎数/胚胎总数 (%)		100	76	65	55
脑畸形胚胎数/活胚胎数 (%)		0	33	55	79
脑中促凋亡蛋白 Bax 含量 ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)		6.7	7.5	10.0	12.5

以下分析不合理的是

- A.低剂量海洛因即可严重影响胚胎的正常发育
B.海洛因促进 Bax 含量提高会导致脑细胞凋亡

- C.对照组胚胎的发育过程中不会出现细胞凋亡
D.结果提示孕妇吸毒有造成子女智力障碍的风险

9.在有或无机械助力两种情形下，从事家务劳动和日常运动时人体平均能量消耗如图。对图中结果叙述错误的是



- A.走路上学比手洗衣服在单位时间内耗能更多
B.葡萄糖是图中各种活动的重要能量来源
C.爬楼梯时消耗的能量不是全部用于肌肉收缩
D.借助机械减少人体能量消耗就能缓解温室效应
- 10.植物顶芽产生生长素向下运输，使侧芽附近生长素浓度较高，抑制侧芽的生长，形成顶端优势。用细胞分裂素处理侧芽，侧芽生长形成侧枝。关于植物激素作用的叙述不正确的是

- A.顶端优势体现了生长素既可促进也可抑制生长
B.去顶芽或抑制顶芽的生长素运输可促进侧芽生长
C.细胞分裂素能促进植物的顶端优势
D.侧芽生长受不同植物激素共同调节

11.野生草本植物多具有根系发达、生长较快、抗逆性强的特点，除用于生态治理外，其中一些可替代木材栽培食用菌，收获后剩余的菌渣可作肥料或饲料。相关叙述错误的是

- A.种植此类草本植物可以减少水土流失
B.菌渣作为农作物的肥料可实现能量的循环利用
C.用作培养基的草本植物给食用菌提供碳源和氮源
D.菌渣作饲料实现了物质在植物、真菌和动物间的转移

12.人体皮肤表面存在着多种微生物，某同学拟从中分离出葡萄球菌。下述操作不正确的是

- A.对配制的培养基进行高压蒸汽灭菌
B.使用无菌棉拭子从皮肤表面取样
C.用取样后的棉拭子在固体培养基上涂布
D.观察菌落的形态和颜色等进行初步判断

13.关于物质提取、分离或鉴定的高中生物学相关实验，叙述错误的是

- A.研磨肝脏以破碎细胞用于获取含过氧化氢酶的粗提液
B.利用不同物质在酒精溶液中溶解性的差异粗提 DNA
C.依据吸收光谱的差异对光合色素进行纸层析分离
D.利用与双缩脲试剂发生颜色变化的反应来鉴定蛋白质

14.社会上流传着一些与生物有关的说法,有些有一定的科学依据,有些违反生物学原理。以下说法中有科学依据的是

- A.长时间炖煮会破坏食物中的一些维生素
- B.转基因抗虫棉能杀死害虫就一定对人有毒
- C.消毒液能杀菌,可用来清除人体内新冠病毒
- D.如果孩子的血型和父母都不一样,肯定不是亲生的

15.随着改革实践不断推进,高质量发展已成为对我国所有地区、各个领域的长期要求,生态保护是其中的重要内容。以下所列不属于生态保护措施的是

- A.长江流域十年禁渔计划
- B.出台地方性控制吸烟法规
- C.试点建立国家公园体制
- D.三江源生态保护建设工程

第二部分

本部分共 6 题,共 70 分。

16. (12 分)

新冠病毒(SARS-CoV-2)引起的疫情仍在一些国家和地区肆虐,接种疫苗是控制全球疫情的最有效手段。新冠病毒疫苗有多种,其中我国科学家已研发出的腺病毒载体重组新冠病毒疫苗(重组疫苗)是一种基因工程疫苗,其基本制备步骤是:将新冠病毒的 S 基因连接到位于载体上的腺病毒基因组 DNA 中,重组载体经扩增后转入特定动物细胞,进而获得重组腺病毒并制成疫苗。

(1) 新冠病毒是 RNA 病毒,一般先通过_____得到 cDNA,经_____获取 S 基因,酶切后再连接到载体。

(2) 重组疫苗中的 S 基因应编码_____。

- A.病毒与细胞识别的蛋白
- B.与病毒核酸结合的蛋白
- C.催化病毒核酸复制的酶
- D.帮助病毒组装的蛋白

(3) 为保证安全性,制备重组疫苗时删除了腺病毒的某些基因,使其在人体中无法增殖,但重组疫苗仍然可以诱发人体产生针对新冠病毒的特异性免疫应答。该疫苗发挥作用的过程是:接种疫苗→_____→_____→诱发特异性免疫反应。

(4) 重组疫苗只需注射一针即可完成接种。数周后,接种者体内仍然能检测到重组腺病毒 DNA,但其 DNA 不会整合到人的基因组中。请由此推测只需注射一针即可起到免疫保护作用的原因。

17. (12 分)

北大西洋沿岸某水域生活着多种海藻和以藻类为食的一种水虱,以及水虱的天敌隆头鱼。柏桉藻在上世纪末被引入,目前已在该水域广泛分布,数量巨大,表现出明显的优势。为探究柏桉藻成功入侵的原因,研究者进行了系列实验。

(1) 从生态系统的组成成分划分,柏桉藻属于_____。

(2) 用三组水箱模拟该水域的环境。水箱中均放入柏桉藻和甲、乙、丙 3 种本地藻各 0.5 克,用纱网分区(见图 1);三组水箱中分别放入 0、4、8 只水虱/箱。10 天后对海藻称重,结果如图 2,同时记录水虱的分布。

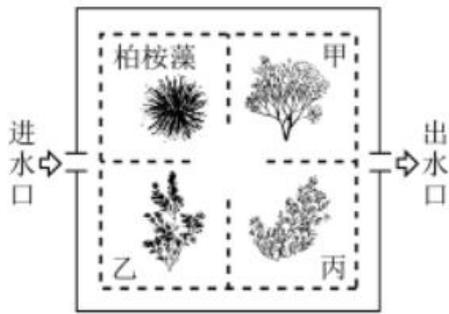


图 1

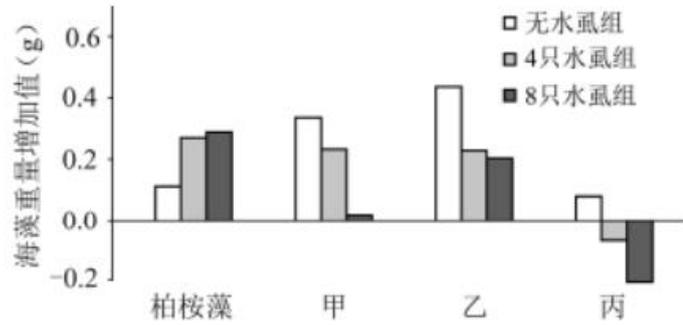


图 2

①图 2 结果说明水虱对本地藻有更强的取食作用，作出判断的依据是：与没有水虱相比，在有水虱的水箱中，_____。

②水虱分布情况记录结果显示，在有水虱的两组中，大部分水虱附着在柏桉藻上，说明水虱对所栖息的海藻种类具有_____。

(3) 为研究不同海藻对隆头鱼捕食水虱的影响，在盛有等量海水的水箱中分别放入相应的实验材料，一段时间后检测，结果如图 3 (甲、乙、丙为上述本地藻)。

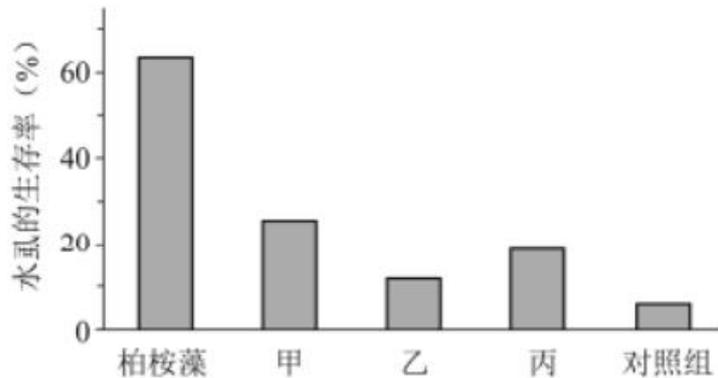


图 3

该实验的对照组放入的有_____。

(4) 研究发现，柏桉藻含有一种引起动物不适的化学物质，若隆头鱼吞食水虱时误吞柏桉藻，会将两者吐出。请综合上述研究结果，阐明柏桉藻成功入侵的原因。

18. (12 分)

胰岛素是调节血糖的重要激素，研究者研制了一种“智能”胰岛素 (IA) 并对其展开了系列实验，以期用于糖尿病的治疗。

(1) 正常情况下，人体血糖浓度升高时，_____细胞分泌的胰岛素增多，经_____运输到靶细胞，促进其对葡萄糖的摄取和利用，使血糖浓度降低。

(2) GT 是葡萄糖进入细胞的载体蛋白，IA (见图 1) 中的 X 能够抑制 GT 的功能。为测试葡萄糖对 IA 与 GT 结合的影响，将足量的带荧光标记的 IA 加入红细胞膜悬液中处理 30 分钟，使 IA 与膜上的胰岛素受体、GT 充分结合。之后，分别加入葡萄糖至不同的终浓度，10 分钟后检测膜上的荧光强度。图 2 结果显示：随着葡萄糖浓度的升高，_____。研究表明葡萄糖浓度越高，IA 与 GT 结合量越低。据上述信息，推断 IA、葡萄糖、GT 三者的关系为_____。



图 1

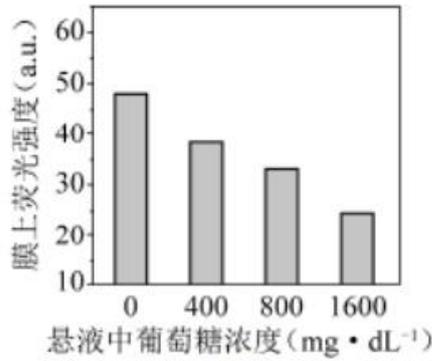


图 2

(3) 为评估 IA 调节血糖水平的效果, 研究人员给糖尿病小鼠和正常小鼠均分别注射适量胰岛素和 IA, 测量血糖浓度的变化, 结果如图 3。

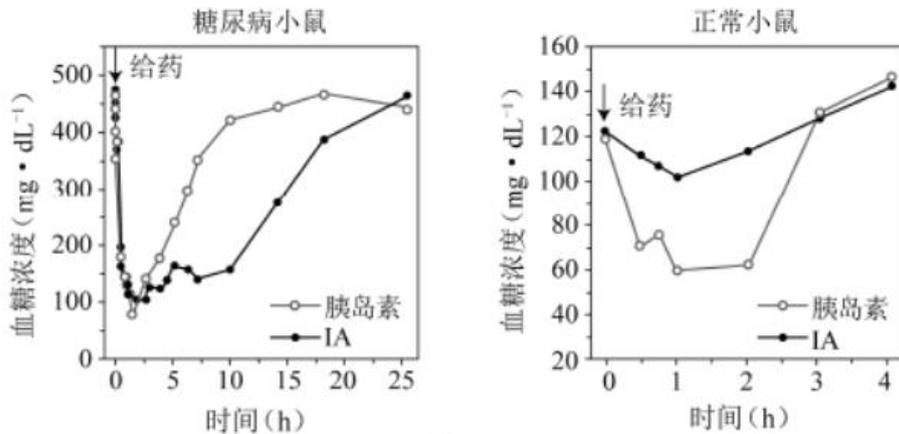


图 3

该实验结果表明 IA 对血糖水平的调节比外源普通胰岛素更具优势, 体现在_____。

(4) 细胞膜上 GT 含量呈动态变化, 当胰岛素与靶细胞上的受体结合后, 细胞膜上的 GT 增多。若 IA 作为治疗药物, 糖尿病患者用药后进餐, 血糖水平会先上升后下降。请从稳态与平衡的角度, 完善 IA 调控血糖的机制图。(任选一个过程, 在方框中以文字和箭头的形式作答。)

19. (12分) 学习以下材料, 回答 (1) ~ (4) 题。

光合产物如何进入叶脉中的筛管

高等植物体内的维管束负责物质的长距离运输, 其中的韧皮部包括韧皮薄壁细胞、筛管及其伴胞等。筛管是光合产物的运输通道。光合产物以蔗糖的形式从叶肉细胞的细胞质移动到邻近的小叶脉, 进入其中的筛管-伴胞复合体 (SE-CC), 再逐步汇入主叶脉运输到植物体其他部位。

蔗糖进入 SE-CC 有甲、乙两种方式。在甲方式中, 叶肉细胞中的蔗糖通过不同细胞间的胞间连丝即可进入 SE-CC。胞间连丝是相邻细胞间穿过细胞壁的细胞质通道。在乙方式中, 蔗糖自叶肉细胞至 SE-CC 的运输 (图 1) 可以分为 3 个阶段: ①叶肉细胞中的蔗糖通过胞间连丝运输到韧皮薄壁细胞; ②韧皮薄壁细胞中的蔗糖由膜上的单向载体 W 顺浓度梯度转运到 SE-CC 附近的细胞外空间 (包括细胞壁) 中; ③蔗糖从细胞外空间进入 SE-CC 中, 如图 2 所示。SE-CC 的质膜上有“蔗糖-H⁺共运输载体” (SU 载体), SU 载体与 H⁺泵相伴存在。胞内 HT 通过 H⁺泵运输到细胞外空间, 在此形成较高的 H⁺浓度, SU 载体将 H⁺和蔗糖同向转运进 SE-CC 中。采用乙方式的植物, 筛管中的蔗糖浓度远高于叶肉细胞。

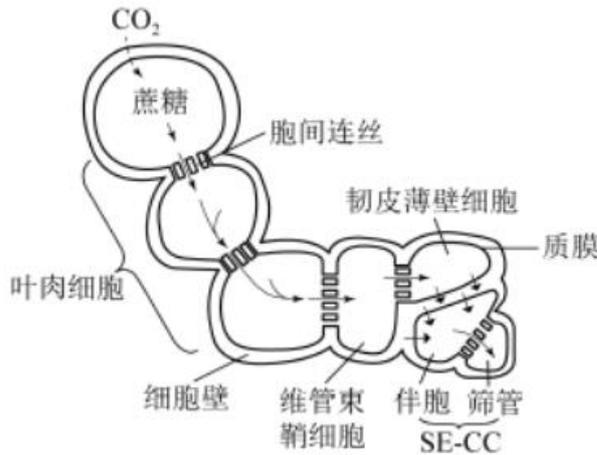


图 1

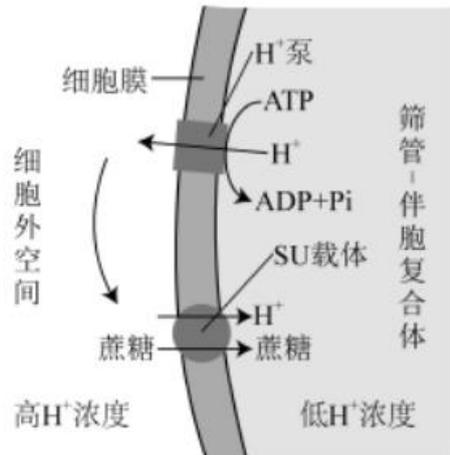


图 2

研究发现，叶片中 SU 载体含量受昼夜节律、蔗糖浓度等因素的影响，呈动态变化。随着蔗糖浓度的提高，叶片中 SU 载体减少，反之则增加。研究 SU 载体含量的动态变化及调控机制，对于了解光合产物在植物体内的分配规律，进一步提高作物产量具有重要意义。

(1) 在乙方式中，蔗糖经 W 载体由韧皮薄壁细胞运输到细胞外空间的方式属于_____。由 H⁺泵形成的_____有助于将蔗糖从细胞外空间转运进 SE-CC 中。

(2) 与乙方式比，甲方式中蔗糖运输到 SE-CC 的过程都是通过_____这一结构完成的。

(3) 下列实验结果支持某种植物存在乙运输方式的有_____。

- A. 叶片吸收 ¹⁴CO₂ 后，放射性蔗糖很快出现在 SE-CC 附近的细胞外空间中
- B. 用蔗糖跨膜运输抑制剂处理叶片，蔗糖进入 SE-CC 的速率降低
- C. 将不能通过细胞膜的荧光物质注射到叶肉细胞，SE-CC 中出现荧光
- D. 与野生型相比，SU 功能缺陷突变体的叶肉细胞中积累更多的蔗糖和淀粉

(4) 除了具有为生物合成提供原料、为生命活动供能等作用之外，本文还介绍了蔗糖能调节 SU 载体的含量，体现了蔗糖的_____功能。

20. (12 分)

玉米是我国重要的农作物，研究种子发育的机理对培育高产优质的玉米新品种具有重要作用。

(1) 玉米果穗上的每一个籽粒都是受精后发育而来。我国科学家发现了甲品系玉米，其自交后的果穗上出现严重干瘪且无发芽能力的籽粒，这种异常籽粒约占 1/4。籽粒正常和干瘪这一对相对性状的遗传遵循孟德尔的_____定律。上述果穗上的正常籽粒均发育为植株，自交后，有些植株果穗上有约 1/4 干瘪籽粒，这些植株所占比例约为_____。

(2) 为阐明籽粒干瘪性状的遗传基础，研究者克隆出候选基因 A/a。将 A 基因导入到甲品系中，获得了转入单个 A 基因的转基因玉米。假定转入的 A 基因已插入 a 基因所在染色体的非同源染色体上，请从下表中选择一种实验方案及对应的预期结果以证实“A 基因突变是导致籽粒干瘪的原因”。

实验方案	预期结果
I. 转基因玉米×野生型玉米	①正常籽粒：干瘪籽粒≈1：1
II. 转基因玉米×甲品系	②正常籽粒：干瘪籽粒≈3：1
III. 转基因玉米自交	③正常籽粒：干瘪籽粒≈7：1

(3) 现已确认 A 基因突变是导致籽粒干瘪的原因，序列分析发现 a 基因是 A 基因中插入了一段 DNA (见图 1)，使 A 基因功能丧失。甲品系果穗上的正常籽粒发芽后，取其植株叶片，用图 1 中的引物 1、2 进行 PCR 扩增，若出现目标扩增条带则可知相应植株的基因型为_____。



图 1

(4) 为确定 A 基因在玉米染色体上的位置，借助位置已知的 M/m 基因进行分析。用基因型为 mm 且籽粒正常的纯合子 P 与基因型为 MM 的甲品系杂交得 F₁，F₁ 自交得 F₂。用 M、m 基因的特异性引物，对 F₁ 植株果穗上干瘪籽粒 (F₂) 胚组织的 DNA 进行 PCR 扩增，扩增结果有 1、2、3 三种类型，如图 2 所示。

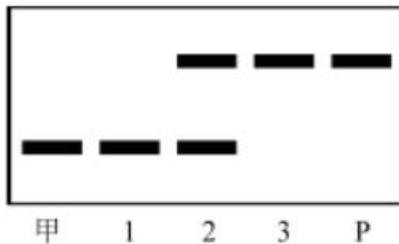


图 2

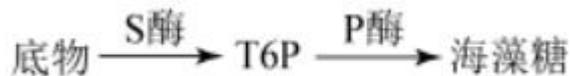
统计干瘪籽粒 (F₂) 的数量，发现类型 1 最多、类型 2 较少、类型 3 极少。请解释类型 3 数量极少的原因。

21. (10 分)

近年来发现海藻糖-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。研究者以豌豆为材料研究了 T6P 在种子发育过程中的作用。

(1) 豌豆叶肉细胞通过光合作用在_____中合成三碳糖，在细胞质基质中转化为蔗糖后运输到发育的种子中转化为淀粉贮存。

(2) 细胞内 T6P 的合成与转化途径如下：



将 P 酶基因与启动子 U (启动与之连接的基因仅在种子中表达) 连接，获得 U-P 基因，导入野生型豌豆中获得 U-P 纯合转基因植株，预期 U-P 植株种子中 T6P 含量比野生型植株_____，检测结果证实了预期，同时发现 U-P 植株种子中淀粉含量降低，表现为皱粒。用同样方法获得 U-S 纯合转基因植株，检测发现植株种子中淀粉含量增加。

(3) 本实验使用的启动子 U 可以排除由于目的基因_____对种子发育产生的间接影响。

(4) 在进一步探讨 T6P 对种子发育的调控机制时，发现 U-P 植株种子中一种生长素合成酶基因 R 的转录降低，U-S 植株种子中 R 基因转录升高。已知 R 基因功能缺失突变体 r 的种子皱缩，淀粉含量下降。据此提出假说：T6P 通过促进 R 基因的表达促进种子中淀粉的积累。请从①~⑤选择合适的基因与豌豆植株，进行转基因实验，为上述假说提供两个新的证据。写出相应组合并预期实验结果。

- ①U-R 基因 ②U-S 基因 ③野生型植株
④U-P 植株 ⑤突变体 r 植株

北京市 2021 年普通高中学业水平等级性考试 生物参考答案

第一部分 共 15 题，每题 2 分，共 30 分。

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

第二部分 共 6 题，共 70 分。

16. (12 分)

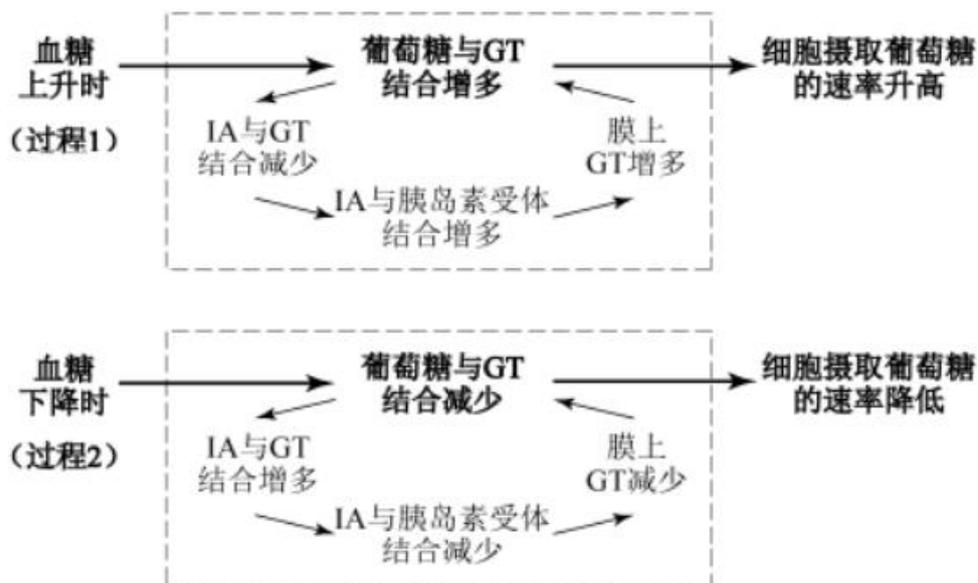
- (1) 逆转录/反转录 PCR 扩增
- (2) A
- (3) (重组腺病毒) 进入细胞 表达抗原
- (4) 重组腺病毒 DNA 在人体细胞中持续表达抗原，反复刺激机体免疫系统。

17. (12 分)

- (1) 生产者
- (2) ①柏桉藻重量增加值明显提高，而本地藻的变化则相反
②选择性/偏好性
- (3) 隆头鱼和水虱
- (4) 因柏桉藻含有令动物不适的化学物质，能为水虱提供庇护场所，有利于水虱种群扩大；水虱偏好取食本地藻，有助于柏桉藻获得竞争优势。因此柏桉藻能够成功入侵。

18. (12 分)

- (1) 胰岛 B/胰岛β 体液
- (2) 膜上的荧光强度降低 葡萄糖与 IA 竞争结合 GT
- (3) IA 能响应血糖浓度变化发挥作用/IA 降血糖的效果更久且能避免低血糖的风险
- (4)



(答出一个过程即可)

19. (12 分)

- (1) 协助扩散/易化扩散 (跨膜) H^+ 浓度差
- (2) 胞间连丝
- (3) A、B、D
- (4) 信息传递

20. (12分)

- (1) 分离 $2/3$
- (2) III ④/II ③
- (3) Aa

(4) 基因 Aa 与 Mm 在一对同源染色体上 (且距离近), 其中 a 和 M 在同一条染色体上; 在减数分裂过程中四分体/同源染色体的非姐妹染色单体发生了交换, 导致产生同时含有 a 和 m 的重组型配子数量很少; 类型 3 干瘪籽粒是由雌雄配子均为 am 的重组型配子受精而成。因此, 类型 3 干瘪籽粒数量极少。

21. (10分)

- (1) 叶绿体基质
 - (2) 低
 - (3) 在其他器官 (过量) 表达
 - (4) ②⑤ 与突变体 r 植株相比, 转基因植株种子的淀粉含量不变, 仍皱缩
- ①④ 与 U-P 植株相比, 转基因植株种子淀粉含量增加, 为圆粒
- ②④ 与 U-P 植株相比, 转基因植株种子 R 基因转录提高, 淀粉含量增加, 为圆粒
- (答出任意两条即可)