2026 北京东城高三一模

生　　物

2026.4

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

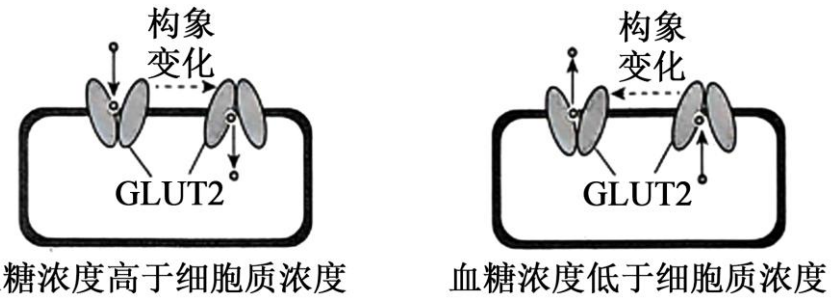
本部分共 15 题，每题 2 分，共 30 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列在叶绿体中发生的生理过程，不需要蛋白质参与的是（　　）

A. O_2 的跨膜运输　　B. Mg^{2+}的吸收

C. 光能的转化　　D. CO_2 的固定

2. 肝脏是调节血糖的重要器官，下图是肝脏细胞在不同血糖浓度下通过葡萄糖转运蛋白（GLUT2）转运葡萄糖的示意图，下列叙述错误的是（　　）



A. 转运速率随血糖浓度的升高而不断增大

B. 血糖浓度低时 GLUT2 的转运不需要耗能

C. 转运方向取决于细胞内外葡萄糖的浓度差

D. GLUT2 的双向转运有助于血糖稳态的维持

3. 新采摘的玉米籽粒可溶性糖含量较高，具甜味。采摘一天后玉米籽粒中 50%的游离蔗糖被转化成淀粉，之后玉米籽粒逐渐失去甜味。采摘后立即冷冻可以保持甜味。下列叙述正确的是（　　）

A. 利用斐林试剂可检测玉米籽粒中的蔗糖含量

B. 玉米籽粒中的蔗糖是籽粒通过光合作用合成的

C. 冷冻处理抑制相关酶的活性减少了淀粉的生成

D. 加热处理玉米籽粒后再储存不利于甜味的保持

4. 单纯疱疹病毒（HSV）的 ICP22 蛋白能够抑制宿主细胞 RNA 聚合酶的功能，从而抑制宿主细胞基因的转录，但不影响自身基因转录。下列叙述错误的是（　　）

A. HSV 能利用宿主细胞的酶和核糖体合成蛋白质

B. 转录的原料是宿主细胞中 4 种游离的脱氧核苷酸

C. RNA 聚合酶能与相关基因的启动子结合启动转录

D. 研发 ICP22 蛋白抑制剂有望用于治疗 HSV 感染

5. 我国科学家使用 AI 工具预测并证实：在不改变终止密码子 UGA 上游 7 个密码子所编码氨基酸的前提下，将它们的第三位碱基统一替换为 A 或 U，UGA 的终止功能会被抑制，可继续参与翻译。下列叙述错误的是（　　）

A. 密码子是指 mRNA 上决定 1 个氨基酸的 3 个相邻碱基

B. 密码子改变但编码氨基酸不变，体现了密码子的简并

C. UGA 功能被抑制，核糖体可继续沿 mRNA 的 3′端向 5′端移动

D. 该 AI 工具有助于加快遗传病相关基因治疗方案的设计

6. 适应是自然选择的结果，其形成离不开生物的遗传、变异与环境的相互作用。下列叙述正确的是（　　）

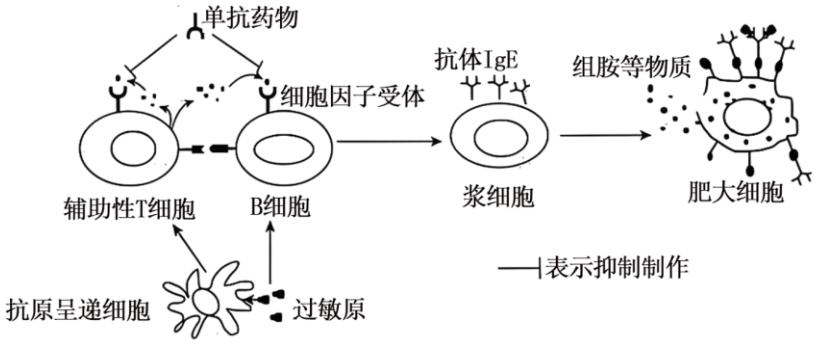
A. 食蚁兽舌头细长，主要是长期舔食蚂蚁的结果

B. 枯叶蝶因模仿枯叶而改变翅色，并将该性状遗传给后代

C. 抗生素诱导细菌产生相应突变，从而使细菌产生耐药性

D. 工业污染区中浅色型桦尺蛾更易被捕食，黑色型比例增加

7. 司普奇拜是我国首个自主研发的用于治疗季节性过敏性鼻炎的单抗药物，其作用机制如下图。下列叙述错误的是（　　）



A. 抗原呈递细胞能够摄取、加工和呈递过敏原

B. 与辅助性 T 细胞的结合是 B 细胞活化的一个信号

C. 过敏原初次进入机体与肥大细胞表面抗体结合引发过敏反应

D. 该单抗药物阻断细胞因子与受体结合，从而减少抗体 IgE 产生

8. 甲型流感病毒感染机体后，病毒蛋白刺激免疫细胞产生致热性细胞因子，引起体温调节中枢调高体温调定点，导致发热。下列叙述正确的是（　　）

A. 致热性细胞因子作用的体温调节中枢位于大脑皮层

B. 发热初期患者畏寒是由于冷觉感受器兴奋，下丘脑产生冷觉

C. 退热过程中，皮肤血管收缩，甲状腺激素等激素释放增多

D. 神经—体液—免疫调节网络参与了体温调节的退热过程

9. 我国古代劳动人民积累了许多农业生产经验，至今仍在实践中应用。以下记载与植物激素的作用无直接关系的是（　　）

A. 适时打顶去心，可促植株开花结实。（据《农桑辑要》）

B. 凡美田之法，绿豆为上，小豆、胡麻次之。（据《齐民要术》）

C. 红柿摘下未熟，每篮用木瓜两三枚放入，得气即发，并无涩味。（据《格物粗谈》）

D. 凡嫁接矮果及花，用好黄泥晒干，筛过，以小便浸之……以泥封树枝……则根生。（据《种艺必用》）

10. 我国南海某珊瑚礁生态系统的能量流动部分调查数据见下表，其中 TPP 表示总初级生产量（$t/km^2/a$），是指单位时间、单位面积生产者所固定的全部能量；TR 表示总呼吸量（$t/km^2/a$）；TB 表示总生物量（t/km^2）。按照岛屿单位面积分析，下列叙述错误的是（　　）

参数	晋卿岛	甘泉岛	银屿
TR	16674	5534	30835
TPP/TR	0.52	1.09	0.52
TB	1666.5	622.89	2808.24

A. 输入第一营养级的能量最高的是银屿

B. 生产者流向其他生物的能量是 TPP-TR

C. 甘泉岛更接近于达到能量的收支平衡

D. 此时晋卿岛的生物有机物干重高于甘泉岛

11. 北京某处矿山生态修复过程中，将黏土、花生壳和保水剂等组成的喷播基质铺设在样地表面构建人工土壤层，并在土壤层中喷播种子层。以下说法错误的是（　　）

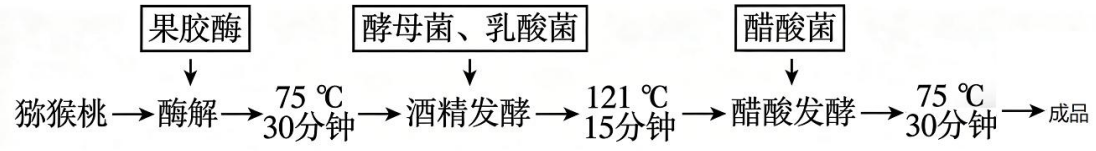
A. 建立人工土壤层有利于矿区植被恢复

B. 用花生壳做喷播基质遵循了循环原理

C. 喷播单一品种种子能提高生态系统稳定性

D. 选择植物类型时要注意与生存环境的协调

12. 下图表示猕猴桃醋生产的基本工艺流程，下列叙述正确的是（　　）



A. 与酵母菌相比，乳酸菌和醋酸菌均没有核膜包被的细胞核

B. 75℃和 121℃处理都属于灭菌，能杀灭发酵液中所有微生物

C. 酒精发酵阶段所添加的乳酸菌能够无氧呼吸产生酒精

D. 醋酸发酵阶段需要密封，以免有氧时醋酸被分解为二氧化碳

13. 某种 IL-17A 单抗能够阻断 IL-17A 与 IL-17A 受体结合，抑制强直性脊柱炎的炎症发生和发展。有关单抗制备过程叙述不正确的是（　　）

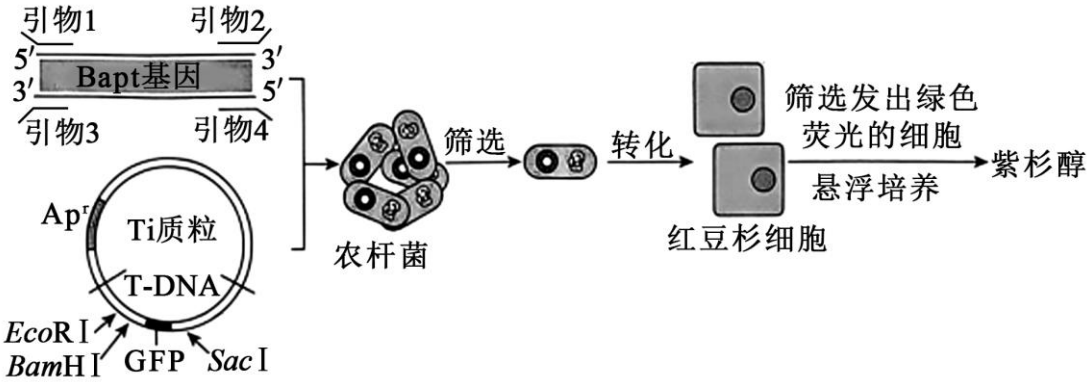
A. 需要利用动物细胞培养及动物细胞融合技术

B. 从 IL-17A 免疫的小鼠中获取骨髓瘤细胞和 B 细胞

C. 使用 PEG、灭活病毒均可诱导骨髓瘤细胞和 B 细胞融合

D. 将抗体检测阳性的杂交瘤细胞注入小鼠腹腔大量生产单抗

14. 从红豆杉树皮中提取出的紫杉醇是治疗某些癌症的特效药。研究人员构建了转紫杉醇合成关键酶（Bapt）基因的红豆杉细胞，通过悬浮培养获得了高纯度的紫杉醇，主要流程如下图。下列叙述错误的是（　　）



注：Ap^r 表示氨苄青霉素抗性基因；GFP 表示绿色荧光蛋白基因

A. 利用 PCR 技术获取 Bapt 基因时，应选用引物 2 和引物 3

B. 构建基因表达载体时，宜选用 EcoRI和 SacI酶切

C. 需先用 Ca^{2+}处理农杆菌细胞，再将基因表达载体导入

D. 利用添加氨苄青霉素的培养基可初步筛选导入质粒的农杆菌

15. 根据实验目的，下列实验的对照设置不合理的是（　　）

选项	实验目的	对照设置
A	比较过氧化氢在不同条件下的分解	在过氧化氢溶液中加入 2 滴 $FeCl_3$ 溶液

B	粗提取 DNA 的鉴定	将二苯胺试剂加入 2mol/L 的 NaCl 溶液中，沸水浴加热
C	探究植物细胞的吸水和失水	滴加蔗糖溶液前，观察中央液泡大小及原生质层位置
D	土壤中分解尿素的细菌的分离	在以尿素为唯一氮源的培养基上接种无菌水

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 阿卡波糖是治疗II型糖尿病的药物，部分患者长期使用后出现耐药现象，推测与肠道微生物有关。

（1）阿卡波糖是绝大多数生物不能利用的低聚糖，但能抑制淀粉酶等的活性，通过_____来降低糖尿病患者的血糖浓度。

（2）为寻找影响阿卡波糖疗效的肠道微生物，研究者收集耐药患者的粪便样本，进行图 1 实验。经过图中①～⑤的步骤实现目的菌_____，⑥采用_____法接种以分离单个菌落，筛选后鉴定出能降解阿卡波糖的菌种 TD1。

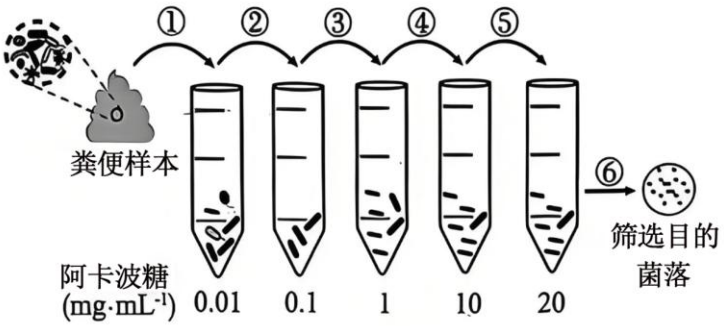


图1

（3）为研究 TD1 对阿卡波糖治疗II型糖尿病疗效的影响，研究者将II型糖尿病模型小鼠分为 4 组，用如图 2 所示的溶液进行灌胃 15 天，每天 1 次。第 15 天同时还用_____溶液对 4 组小鼠灌胃，检测结果表明 TD1 能够降低阿卡波糖的疗效，依据是_____。

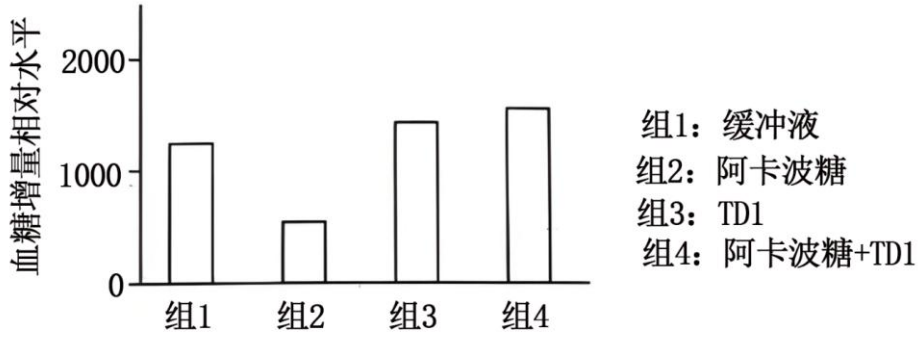


图2

（4）进一步从 TD1 中筛选到编码阿卡波糖降解酶的 apg 基因。基于以上信息，请提出一种解决使用阿卡波糖后出现耐药问题的思路_____。

17. 苏铁是现存最古老的种子植物，对其传粉方式进行研究。

（1）动物能通过眼、触角等结构接收植物产生的信息，在获取食物的同时，帮助植物完成传粉，反映出生态系统具有_____的功能。

（2）苏铁为雌雄异株植物，一种象鼻虫会主动在雄株和雌株的球果（生殖器官）之间往返飞行，完成传粉。研究发现苏铁的球果有产热现象，且球果发热后会产生更强的红外线。为确定球果通过哪种信息吸引象鼻虫，以球果模型为材料进行如下实验。

实验一：在加热和常温模型表面涂上无味粘虫胶，象鼻虫触碰模型会被黏住。

实验二：用能隔热但不阻断红外线的薄膜分别包裹加热和常温模型。

统计象鼻虫访问两种模型的几率，最终确认球果产生的红外线才是吸引象鼻虫的信息，实验一、二的结果应分别为_____。

（3）象鼻虫在感知到信息时，触角会频繁活动，触角的末节有类似其他昆虫红外感受器的结构，推测此处是象鼻虫感受红外线的部位。记录图 1 中两组象鼻虫触角的活动，证实推测成立。请填写图 1 中①、②的实验材料_____。

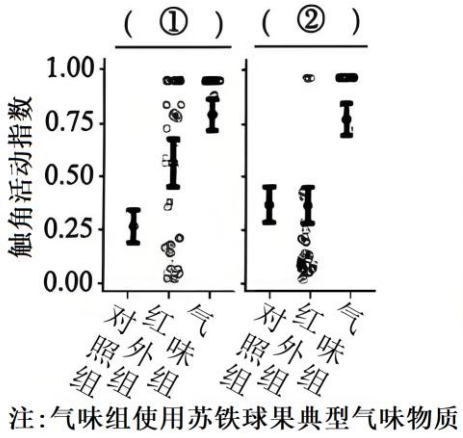


图1

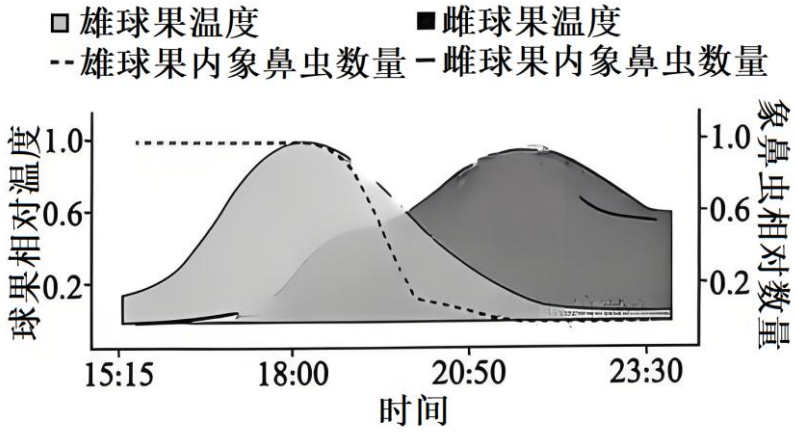


图2

（4）象鼻虫偏好生活于雄球果内。检测相关指标，结果如图 2。综合以上信息，阐述苏铁如何驱动象鼻虫往返于雌、雄球果间完成传粉_____。

（5）苏铁球果颜色单一，象鼻虫的视觉系统较弱且主要在夜间活动。上述传粉方式的形成是经过长期自然选择，苏铁与象鼻虫之间_____的结果。

18. 再生是动物体应对结构损伤的重要过程。研究者对水螅的再生机制展开研究。

（1）图 1 水螅截断后，其再生端（HR）的干细胞需要经历_____过程，完成再生。

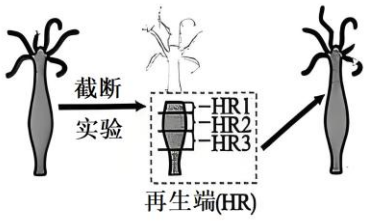
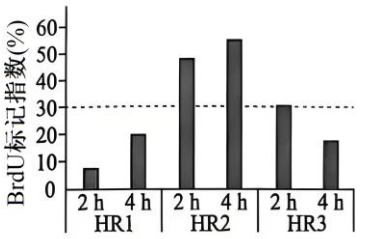


图1

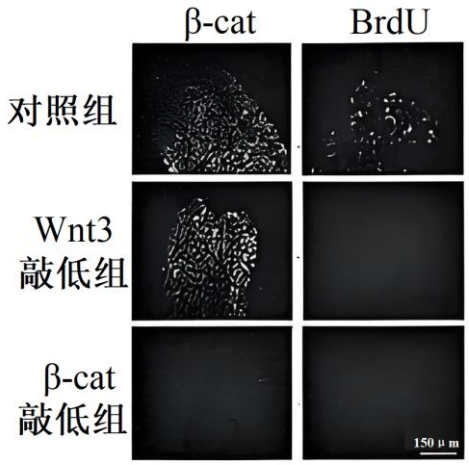


注："····"表示未进行截断实验水螅的BrdU标记指数

图2

（2）胸腺嘧啶类似物 BrdU 能够进入细胞参与细胞分裂中的_____过程，未参与到该过程的 BrdU 会被快速降解。截断后立即使用 BrdU 标记，结果如图 2。分析可知，截断主要促进_____区域的细胞增殖。

（3）截断后，HR1 区域的细胞分泌大量信号蛋白 Wnt3。检测截断 2h 后 HR 区域干细胞中调控细胞增殖的关键蛋白 β-cat 与 BrdU 的荧光标记情况如图 3，结果表明 Wnt3 能促进细胞分裂，但不是通过影响 β-cat 的含量来实现的，依据是_____。进一步观察到 Wnt3 敲低组细胞中 β-cat 分布在细胞质，对照组被 BrdU 标记的细胞中 β-cat 分布在细胞核，可最终确定 Wnt3 是通过_____促进细胞增殖。



注:荧光亮度表示响应物质的含量

图3

（4）水螅的 Wnt3/β-cat 再生通路在人类中也存在，能在组织受损后被快速激活。某些个体在创伤修复时成纤维细胞过度增殖，易形成高出皮肤的瘢痕组织。请结合上述研究，对瘢痕组织的成因提出合理猜想_____。

19. RPW 能显著增强植物对白粉病病菌（一种真菌）的抗性。研究人员对乙烯和 RPW 在防御白粉病病菌过程中的关系进行研究。

（1）乙烯主要对果实有_____作用，还能够参与病菌的防御。ACC 氧化酶（ACO）可催化 ACC 转化成乙烯。

（2）研究人员构建拟南芥突变体并接种白粉病病菌，10 天后统计叶片上孢子数量，图 1 结果说明乙烯能_____RPW 抗白粉病的作用。用台盼蓝染液对叶片染色，结果如图 2。结合两图，推测 RPW 抗白粉病是

通过_____。

组 1：对照组　　组 2：RPW 过表达突变体

组 3：ACO 缺失突变体　　组 4：RPW 过表达+ACO 缺失双突变体

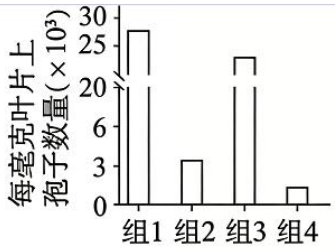


图 1

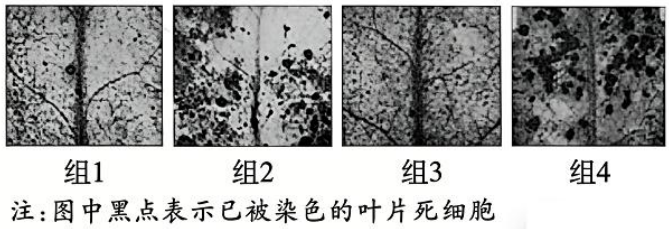


图 2

（3）为进一步研究 RPW 与乙烯之间的关系，研究人员将构建的 RPW-HA 融合基因、ACO-Flag 融合基因的表达载体导入植物叶片，36 小时后，将叶片研磨，取上清液分成两份，一份对总蛋白进行检测，另一份用 Flag 抗体偶联的琼脂糖珠处理，收集琼脂糖珠上的蛋白进行检测/图 3 结果支持 RPW 通过与 ACO 结合增加 ACO 的稳定性，减少 ACO 降解，从而增加乙烯含量。请在答题卡的图中补充相应的实验结果

_____。

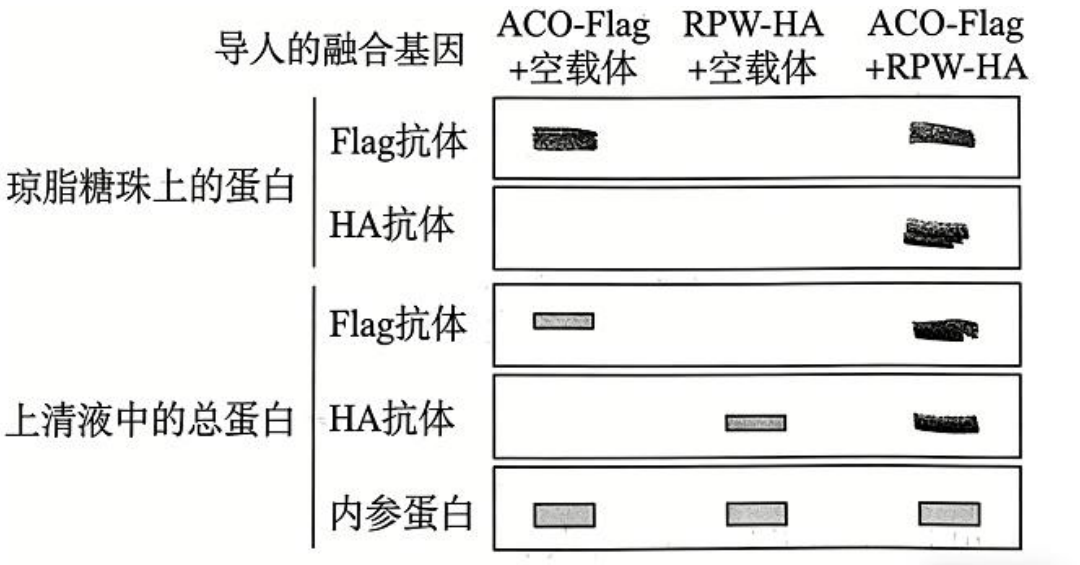


图 3

（4）综合上述研究，完善植株抵抗病菌反应的机制图，请在答题卡方框中选填“RPW”“ACO”“乙烯”，用箭头连接，并标注它们之间的关系（“+”表示正调控，“-”表示负调控）

_____。

20. 果蝇有不同的化蛹行为偏好，拟果蝇偏好在食物表面化蛹，而黑腹果蝇偏好远离食物表面化蛹。研究发现化蛹行为由 X 染色体上的基因控制。

（1）为获得适于研究化蛹行为显隐性关系的果蝇，以上述两种品系果蝇以及仅性染色体变异的黑腹果蝇

（ $\widehat{X^mX^m}$ ）为亲本，进行如下实验。

	杂交组合	F_1
实验一	X^mX^m（♀）×X^sY（♂）	雌性甲、雄性乙
实验二	$\widehat{X^mX^m}Y$（♀）×X^sY（♂）	X^sY（丙）

注：X^m 表示黑腹果蝇的 X 染色体；X^s 表示拟果蝇的 X 染色体；$\widehat{X^mX^m}$ 表示黑腹果蝇两条并联的 X 染色体

①实验一中甲、乙的性染色体组成分别为_____。

②通过上述杂交，使甲、乙、丙的_____的遗传背景保持一致，从而减少对化蛹行为分析的干扰。

A．常染色体基因　　B．性染色体基因　　C．细胞质基因

（2）检测果蝇的化蛹行为，结果如图 1。由此判断，远离食物表面化蛹的行为是显性性状，理由是_____。

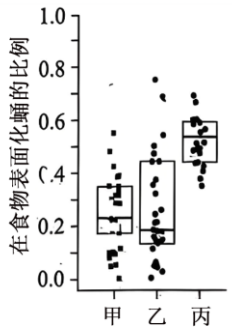


图1

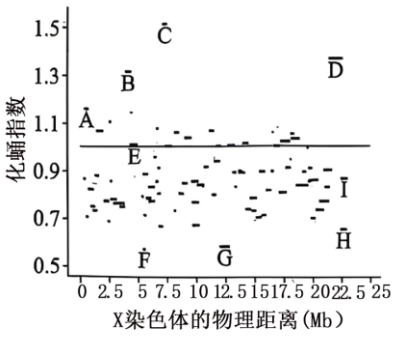


图2

（3）为定位控制化蛹行为的基因，研究者构建了一系列 X 染色体不同部位片段缺失的黑腹果蝇（$X^mX^{m\prime}$，其中 $X^{m\prime}$有片段缺失），分别与拟果蝇进行杂交，检测子代的化蛹行为。子代中有 $X^{m\prime}$的雄蝇无法存活。

①用化蛹指数分析子代的化蛹行为，公式如下：

$$\text{化蛹指数}=\frac{X\text{片段缺失的子代雌蝇在食物表面化蛹的比例}}{X\text{片段未缺失的子代雌蝇在食物表面化蛹的比例}}$$

据图 2 结果分析，可筛选出_____（选填图 2 中 3 个字母）对应的横坐标区域最有可能是控制化蛹行为的基因所在的候选区域。

②研究者利用①中筛选出的子代雌蝇设计杂交实验，结果发现子代雌蝇的化蛹行为既有由染色体缺失区域中某个基因控制的，也有由染色体结构变异导致的。该杂交实验中亲本雄蝇的性染色体组成为_____，并写出区分上述两种情况的子代染色体组成与化蛹行为表型。

21. 学习以下材料，回答（1）～（5）题。

病毒与细菌“携手”靶向治疗癌症

细菌疗法与溶瘤病毒法都利用了微生物特性实现精准抗癌，鼠伤寒沙门氏菌（S 菌）是细菌疗法的常用菌，这种胞内寄生的兼性厌氧菌能选择性定植到肿瘤组织中并诱导癌细胞死亡。肿瘤组织内独特的免疫抑制特性为它提供了“庇护所”，但它通常只定植于缺氧的肿瘤组织内部，对周围和远处癌细胞的杀伤能力有限。塞内卡病毒 A（SVA）是一种具有天然肿瘤选择性的溶瘤病毒，其生命周期如图 1，蛋白酶 P 可特异性识别并切割多聚蛋白，形成病毒衣壳蛋白、RNA 复制酶等多种蛋白。癌症患者注射 SVA 后，增殖出的子代 SVA 能裂解癌细胞并在体内继续传播，但体液免疫会将其清除，这限制了溶瘤病毒的疗效。

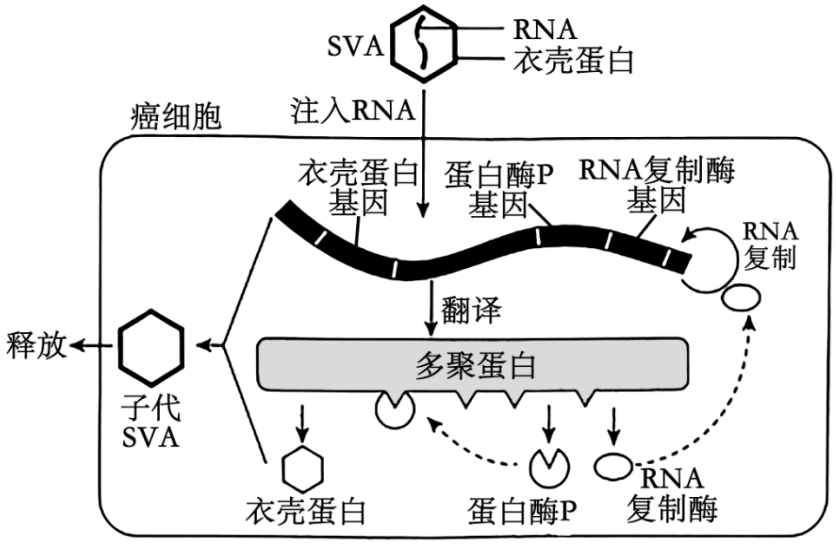


图1

科研人员改造 S 菌获得了工程菌，改造系统如图 2。启动子 PJ 和 PA 均只在工程菌进入癌细胞后启动，表达出的裂解蛋白 E1 和 E2 可分别破坏细菌细胞膜和囊泡膜。启动子 PT7 被 T7RNA 聚合酶特异性识别，转录出的 RNA 可以穿过被破坏的细菌细胞膜和囊泡膜释放至癌细胞的细胞质，并完成子代 SVA 的合成、组装与释放。红色荧光蛋白基因的插入不影响 RNA 聚合酶的功能，绿色荧光蛋白基因的插入不影响 SVA 病毒多聚蛋白的形成和切割。工程菌与癌细胞共培养的体外实验和工程菌注射到肿瘤模型鼠的体内实验的结果，均表明了工程菌向癌细胞递送了具有复制活性的 SVA，能引发癌细胞裂解并继续传播病毒。

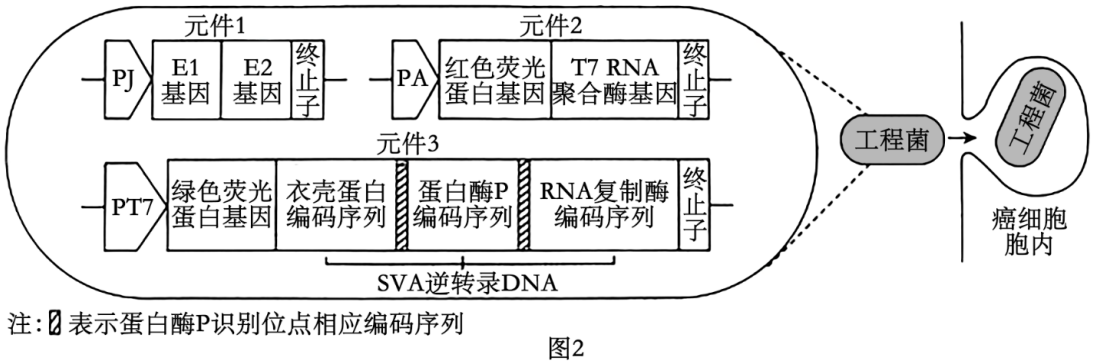


图2

本研究开发了一种用细菌递送溶瘤病毒治疗癌症的方法，为癌症的靶向治疗提供了新思路。

（1）工程菌进入癌细胞的方式是_____。

（2）请根据学习材料，对下列选项进行排序，说明使用工程菌实现癌症靶向治疗的过程：工程菌进入癌

细胞→_____→子代 SVA 侵染癌细胞。

a．SVA 的 RNA 释放至癌细胞的细胞质

b．形成病毒衣壳蛋白、RNA 复制酶等

c．合成 SVA 的 RNA

d．合成 SVA 的多聚蛋白

e．子代 SVA 组装并释放

f．表达 E1、E2 蛋白和 T7RNA 聚合酶等

（3）将少量工程菌与癌细胞共培养，工程菌进入癌细胞后，释放的 SVA 能继续增殖，扩大传播，随时间推移可观察到荧光的变化是_____。

（4）为证明工程菌可以避免血液中 SVA 抗体的影响，进而发挥抗肿瘤作用，应选择免疫功能_____（填“正常”或“缺陷”）的小鼠进行实验。实验组在第 0 天、第 7 天和第 14 天的处理应依次为_____，一段时间后，检测肿瘤体积和小鼠生存率。

A．注射肿瘤细胞　　B．注射工程菌　　C．注射 SVA　　D．注射 S 菌

（5）对工程菌进行改进，增添下图中元件 4，并将图 2 元件 3 中蛋白酶 P 的识别位点相应编码序列替换为蛋白酶 T 的。请解释与原工程菌相比，改进后工程菌的优点_____。



注：TEV病毒是一种RNA病毒

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	A	A	C	B	C	D	C	D	B	B	C	A	B	B	A

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 【答案】（1）抑制淀粉的消化

（2） ①. 浓度增加 ②. 稀释涂布平板

（3） ①. 淀粉 ②. 血糖增量相对水平组 2 显著低于组 1，组 4 显著高于组 2

（4）抑制 apg 基因的表达；抑制阿卡波糖降解酶的活性

【小问 1 详解】

阿卡波糖抑制淀粉酶等糖类消化酶的活性，可抑制淀粉的消化，减少葡萄糖的生成和肠道吸收，从而降低糖尿病患者的血糖。

【小问 2 详解】

图 1 逐步提高阿卡波糖浓度，可筛选出能降解阿卡波糖的目的菌，同时让目的菌数量增加，该过程实现目的菌的浓度增加；由图示可知分离获得单个菌落，采用的接种方法为稀释涂布平板法。

【小问 3 详解】

阿卡波糖作用是降低餐后血糖，因此第 15 天需要给各组灌胃等量的淀粉，再检测血糖增量；根据图 2 结果，血糖增量相对水平组 2 显著低于组 1，组 4 显著高于组 2，证明阿卡波糖降血糖效果下降，即 TD1 会降低阿卡波糖的疗效。

【小问 4 详解】

耐药的原因是 TD1 产生降解阿卡波糖的酶，因此可从抑制 apg 基因的表达；抑制阿卡波糖降解酶的活性等角度提出思路。

17. 【答案】（1）信息传递

（2）实验一：象鼻虫访问加热球果模型的几率显著高于常温模型

实验二：象鼻虫访问加热球果模型的几率显著高于常温模型

（3）①正常触角的象鼻虫(不处理)②切除触角末节的象鼻虫

（4）18：00 前，象鼻虫位于雄球果内；18：00 后，雄球果降温，雌球果升温，驱动象鼻虫从红外线强度较低的雄球果移动至红外线强度较高的雌球果，完成传粉；雌球果降温后象鼻虫将回到雄球果　　（5）协同进化

【小问 1 详解】

生态系统的功能包括物质循环、能量流动和信息传递，植物传递信息给动物，动物帮助植物传粉，体现了生态系统的信息传递功能，信息传递可以调节种间关系，维持生态系统的相对稳定。

【小问 2 详解】

实验结论是红外线吸引象鼻虫：实验一中未阻断红外线，加热模型红外线更强，因此象鼻虫访问加热球果模型的几率显著高于常温模型；实验二中隔热但不阻断红外线，由于是红外线吸引象鼻虫，实验二的结果为象鼻虫访问加热球果模型的几率显著高于常温模型。

【小问 3 详解】

实验目的是验证触角末节是感受红外线的部位，实验的自变量是触角末节是否完整（功能是否正常）：①组红外线处理后触角活动明显增强，说明是末节正常的实验组，即①为正常触角的象鼻虫(不处理)；②组红外线处理后活动没有明显增强，说明感受器被破坏，即②为切除触角末节的象鼻虫，与图中结果一致。

【小问 4 详解】

结合图 2 结果和题干信息，雌雄球果产热时间不同，通过红外线引导象鼻虫转移：18：00 前，象鼻虫位于雄球果内；18：00 后，雄球果降温，雌球果升温，驱动象鼻虫从红外线强度较低的雄球果移动至红外线强度较高的雌球果，完成传粉；雌球果降温后象鼻虫将回到雄球果。

【小问 5 详解】

不同物种之间相互适应、相互选择，共同进化（协同进化），苏铁和象鼻虫的这种传粉关系是长期自然选择下协同进化的结果。

18. 【答案】（1）分裂、分化

（2）　①. DNA 复制　②. HR2

（3）　①. Wnt3 敲低组未检测到 BrdU 的荧光，对照组可检测到；Wnt3 敲低组与对照组的 β-cat 荧光亮度无显著差异　②. 促进干细胞中 β-cat 从细胞质转运进入细胞核

（4）某些个体的创伤部位 Wnt3 异常高表达或持续表达时间更长；某些个体成纤维细胞中进入细胞核的 β-cat 的量增加

【小问 1 详解】

水螅再生需要干细胞先通过分裂增加细胞数量，再通过分化形成不同功能的组织细胞，重新构建完整的结构，完成再生。

【小问 2 详解】

BrdU 是胸腺嘧啶类似物，胸腺嘧啶是 DNA 合成的原料，细胞分裂间期会发生 DNA 复制，因此 BrdU 会参与 DNA 复制过程，可标记发生增殖的细胞。BrdU 标记指数越高说明该区域增殖细胞越多；由图 2 可知，与未截断的对照组（标记指数约 30%）相比，HR2 区域的 BrdU 标记指数远高于对照组，升高幅度最大，因此截断主要促进 HR2 区域的细胞增殖。

【小问 3 详解】

题干说明荧光亮度代表物质含量，Wnt3 敲低组未检测到 BrdU 的荧光，对照组可检测到；Wnt3 敲低组与对照组的 β-cat 荧光亮度无显著差异，因此说明 Wnt3 不是通过改变 β-cat 的含量促进细胞分裂。对比两组结果：Wnt3 敲低后 β-cat 停留在细胞质，对照组增殖细胞的 β-cat 位于细胞核，说明 Wnt3 通过促进干细胞中 β-cat 从细胞质转运进入细胞核，进而促进细胞增殖。

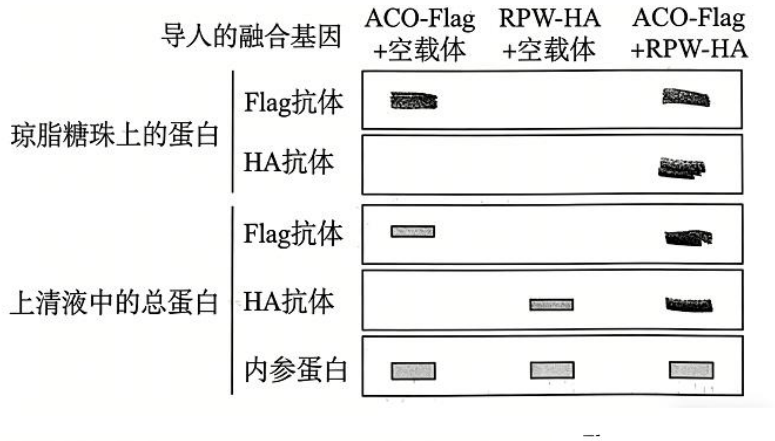
【小问 4 详解】

结合本研究结论，某些个体的创伤部位 Wnt3 异常高表达或持续表达时间更长；某些个体成纤维细胞中进入细胞核的 β-cat 的量增加，就会导致成纤维细胞过度增殖，最终形成高出皮肤的瘢痕组织。

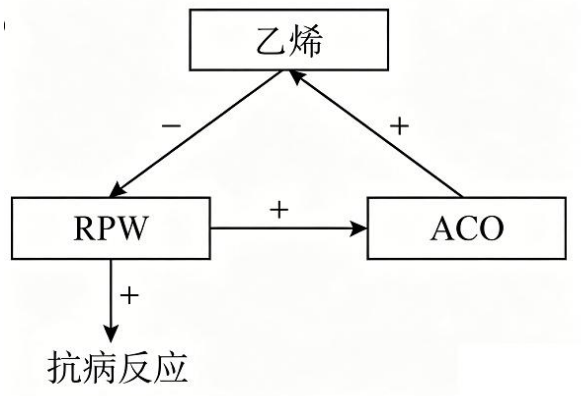
19. 【答案】（1）促进成熟

（2） ①. 抑制 ②. 诱导被感染的细胞死亡，抑制白粉病病菌在植株叶片上的增殖

（3）



（4）



【小问 1 详解】

乙烯是一种植物激素，在植物体各个部位均有合成，能通过在细胞之间传递信息进而实现对植物生长发育

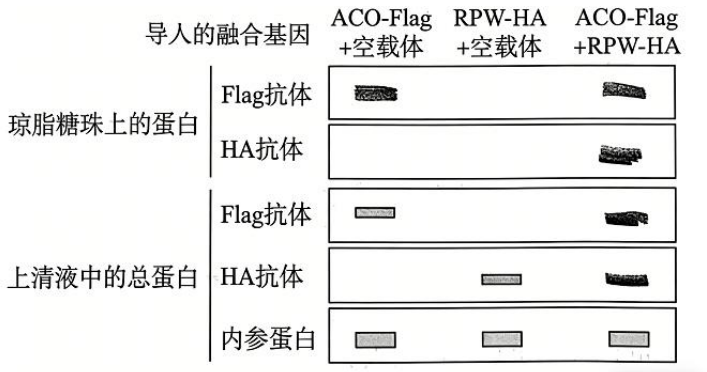
的调节作用，主要功能是促进果实的成熟。

【小问 2 详解】

分析图 1：孢子数量越少，说明抗病性越强；组 2 为 RPW 过表达，孢子数低于对照组；组 4 为 RPW 过表达+ACO 缺失（ACO 是乙烯合成关键酶，缺失后乙烯含量降低），孢子数比组 2 更少，抗病性更强，说明乙烯会抑制 RPW 的抗白粉病作用。结合图 2，黑点代表被染色的死细胞，抗病性越强黑点越多，说明 RPW 通过诱导被感染的细胞死亡，抑制白粉病病菌在植株叶片上的增殖，从而限制病菌扩散，发挥抗病作用。

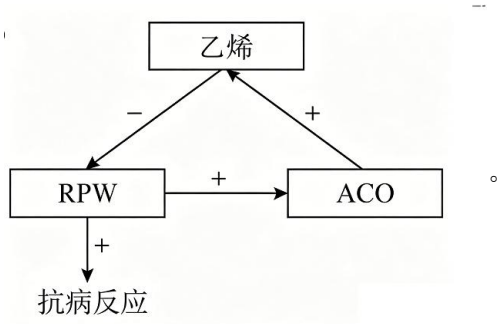
【小问 3 详解】

根据题干结论：RPW 可与 ACO 结合，增加 ACO 稳定性减少降解。因此：只有同时转入 ACO-Flag 和 RPW-HA，Flag 抗体偶联琼脂糖珠拉取 ACO 时，才能共沉淀得到 RPW，因此只有第三组能检测到 HA（RPW）条带；同时因为 RPW 减少 ACO 降解，总蛋白中 ACO 含量在第三组（有 RPW）显著高于第一组（无 RPW），因此 Flag 检测总蛋白时第三组条带更粗：



【小问 4 详解】

根据上述结论梳理调控关系：RPW 结合 ACO 增加 ACO 稳定性，为正调控；ACO 催化乙烯合成，ACO 正调控乙烯；乙烯抑制 RPW 的抗病作用，为负调控，因此调控路径为：



。

20. 【答案】（1） ①. X^mX^s，X^mY ②. AC

（2）甲为杂合子，其在食物表面化蛹的比例低，与乙相近，显著低于丙

（3） ①. BCD ②. X^mY、X^mX^m 远离食物表面化蛹、$X^mX^{m'}$在食物表面化蛹

【小问 1 详解】

亲本母本 X^mX^m 仅产生含 X^m 的雌配子，父本 X^sY 产生含 X^s 和 Y 的雄配子，因此雌性子代（甲）基因型为 X^mX^s，雄性子代（乙）为 X^mY。　本实验研究 X 染色体上的基因控制化蛹行为，因此需要让甲、乙、丙的常染色体基因、细胞质基因（遗传背景）保持一致，排除常染色体基因和细胞质基因对实验结果的干扰，故选 AC。

【小问 2 详解】

杂合子甲(X^mX^s)在食物表面化蛹的比例和乙(X^mY)接近，都远低于丙(X^sY)，说明携带 X^m（控制远离化蛹）的杂合子表现出远离食物化蛹的性状，因此远离食物表面化蛹是显性性状。

【小问 3 详解】

如果缺失区域包含控制化蛹行为的基因，那么 $X^{m'}X^s$（片段缺失的子代雌蝇）会缺失 X^m 上控制远离化蛹的显性基因，表现为更高的食物表面化蛹比例，根据化蛹指数公式，化蛹指数会显著大于 1。图 2 中 B、C、D 的化蛹指数均大于 1，因此是候选区域。黑腹果蝇偏好远离食物表面化蛹是显性性状，定位控制化蛹行为的基因，亲本雄蝇性染色体组成应为 X^mY。结果区分：若为缺失区域中某个基因控制：所有存活的子代 $X^mX^{m'}$雌蝇都缺失该基因，全部表现为在食物表面化蛹；若为染色体结构变异导致：目的基因未缺失，染色体交换后部分 X^mX^m 雌蝇仍带有该基因，因此部分 X^mX^m 雌蝇会表现出远离食物表面化蛹。

21. 【答案】（1）胞吞　　（2）a→f→c→d→b→e

（3）荧光强度会随时间逐渐增强

（4）　①. 正常　　②. C → A → B

（5）在蛋白酶识别位点的替换上。原工程菌中蛋白酶 P 的识别位点被替换为蛋白酶 T 的识别位点，这一改动使得工程菌在表达目标蛋白时，能够更精确地被蛋白酶 T 切割，从而提高目标蛋白的纯度和产率。此外，TEV 病毒蛋白酶 T 具有高度特异性的识别序列，这有助于减少非特异性切割，进一步优化蛋白表达和加工过程。因此，改进后的工程菌在蛋白表达和纯化方面具有更高的效率和更好的可控性

【小问 1 详解】

工程菌作为外源颗粒，通常通过细胞膜的内陷形成囊泡，将自身包裹进入细胞内部，这一过程称为胞吞。

【小问 2 详解】

a、SVA 的 RNA 释放至癌细胞的细胞质：工程菌进入癌细胞后，首先释放携带的 SVA 病毒 RNA 到细胞质中。f、表达 E1、E2 蛋白和 T7RNA 聚合酶等：病毒 RNA 在细胞质中被翻译，表达出早期蛋白如 E1、E2 以及 T7RNA 聚合酶，这些蛋白参与后续的病毒复制和转录调控。c、合成 SVA 的 RNA：在 T7RNA 聚合酶的作用下，以病毒 DNA 为模板合成新的 SVA 的 RNA。d、合成 SVA 的多聚蛋白：新合成的 RNA 被翻译成多聚蛋白，这些蛋白是病毒结构蛋白和功能蛋白的前体。b、形成病毒衣壳蛋白、RNA 复制酶等：多聚蛋白经过切割和加工，形成成熟的病毒衣壳蛋白和 RNA 复制酶等。e、子代 SVA 组装并释放：最后，子代病毒颗粒在细胞内组装完成，并通过裂解或出芽方式释放到细胞外，继续感染其他癌细胞。使用工程菌

实现癌症靶向治疗的过程：工程菌进入癌细胞→a→f→c→d→b→e→子代 SVA 侵染癌细胞。

【小问 3 详解】

由于 SVA 在癌细胞内不断增殖并扩散，感染的细胞数量增加，导致荧光标记的表达量也随之增加，因此荧光强度会随时间逐渐增强。

【小问 4 详解】

为了证明工程菌可以避免血液中 SVA 抗体的影响，进而发挥抗肿瘤作用，应选择免疫功能正常的个体。这是因为免疫功能正常的个体会产生针对 SVA 的抗体，这些抗体会中和或清除 SVA，从而影响其抗肿瘤效果。实验组处理顺序为：第 0 天：注射 SVA　，刺激机体产生抗体。第 7 天：注射肿瘤细胞，使其产生肿瘤。第 14 天：注射工程菌，观察其抗肿瘤效果。对照组注射 S 菌，以对比两者差异。实验组处理顺序为：C → A → B。

【小问 5 详解】

改进后工程菌的优点主要体现在蛋白酶识别位点的替换上。原工程菌中蛋白酶 P 的识别位点被替换为蛋白酶 T 的识别位点，这一改动使得工程菌在表达目标蛋白时，能够更精确地被蛋白酶 T 切割，从而提高目标蛋白的纯度和产率。此外，TEV 病毒蛋白酶 T 具有高度特异性的识别序列，这有助于减少非特异性切割，进一步优化蛋白表达和加工过程。因此，改进后的工程菌在蛋白表达和纯化方面具有更高的效率和更好的可控性。