

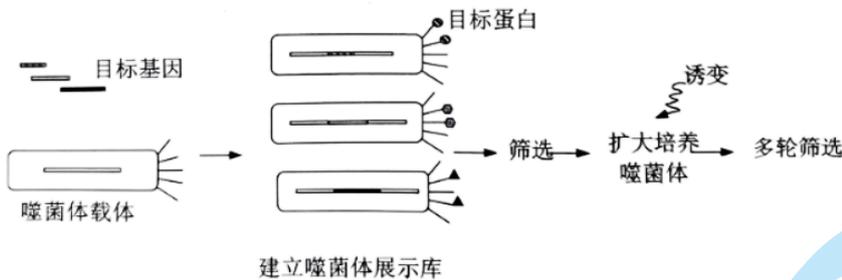
- A. 农杆菌的拟核 DNA 与番木瓜基因发生重组 B. 构建重组质粒需要限制酶和 DNA 聚合酶
 C. 含重组 Ti 质粒的农杆菌具有四环素抗性 D. 转基因抗病番木瓜不具有卡那霉素抗性

7. 乳酸乙酯是白酒中重要的呈香物质，由乳酸脱氢酶催化产生，影响白酒品质和风格。科研人员将酿酒酵母质粒上的丙酮酸脱氢酶基因 (*PD*) 替换为植物乳杆菌中的乳酸脱氢酶基因 (*L-PG*)，可获得乳酸乙酯高产菌株，该过程如下图所示。下列关于该过程的分析不合理的是



- A. 转入的 *L-PG* 基因表达产物不能影响酿酒酵母活性
 B. 可以利用 PCR 技术筛选含有 *L-PG* 基因的受体细胞
 C. 通过同源重组实现酵母菌的 *PD* 基因被替换为 *L-PG* 基因
 D. 标记基因 *Amp^r* 可检测是否成功构建乳酸乙酯高产菌株

8. 噬菌体展示技术 (如图) 可将某些蛋白质呈递至噬菌体表面，便于对目标蛋白进行筛选、鉴定。以下对该技术的分析错误的是

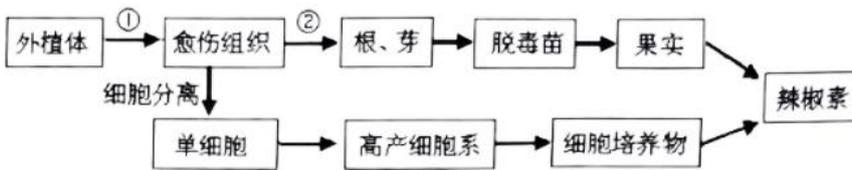


- A. 建立噬菌体展示库需限制性内切核酸酶和 DNA 连接酶
 B. 可利用抗原—抗体杂交技术筛选目标蛋白
 C. 可用动物细胞做宿主培养噬菌体
 D. 该技术可用于获得与抗原亲和力更强的抗体及其基因

9. 快速、准确地确定蛋白质的三维空间结构，一直是生命科学领域的研究热点和难点。人工智能程序 AlphaFold 对大部分蛋白质结构的预测极为精准，接近真实的蛋白质结构，达到了人类利用冷冻电镜等复杂仪器观察预测的水平。下列相关叙述不正确的是

- A. 蛋白质的氨基酸序列是预测其空间结构的重要基础
 B. 预测、设计并制造新蛋白质的技术属于蛋白质工程
 C. 结构预测能帮助揭示蛋白质分子间相互作用的机制
 D. 依据新蛋白质的氨基酸序列能推出唯一的基因序列

10. 辣椒素作为一种生物碱广泛用于食品保健、医药工业等领域。辣椒素的获得途径如图。下列表述正确的是

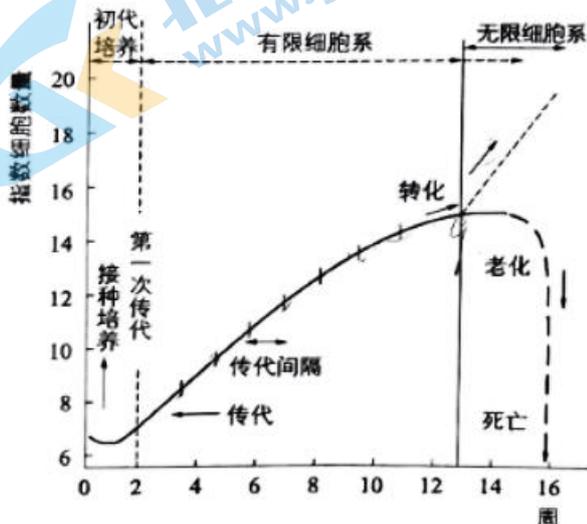


- A. 实现①过程的条件是外植体细胞发生基因突变
 B. ①过程受外源激素的调控，②过程受内源激素的调控
 C. 获得脱毒苗常用的外植体是成熟的根和茎，脱毒苗具有更强的抗病毒能力
 D. 通过细胞培养获得辣椒素的过程可不需要实现细胞的全能性

11. 新冠病毒 (SARS-CoV-2) S 蛋白的受体结合结构域 (RBD) 是引导病毒进入宿主细胞的关键结构。我国科研人员将 GP67 基因 (指导合成一段信号肽, 引导新合成的蛋白分泌到细胞外) 与 RBD 基因融合, 构建融合基因, 大量生产 RBD 蛋白, 用于制备疫苗, 流程见下图。下列相关叙述正确的



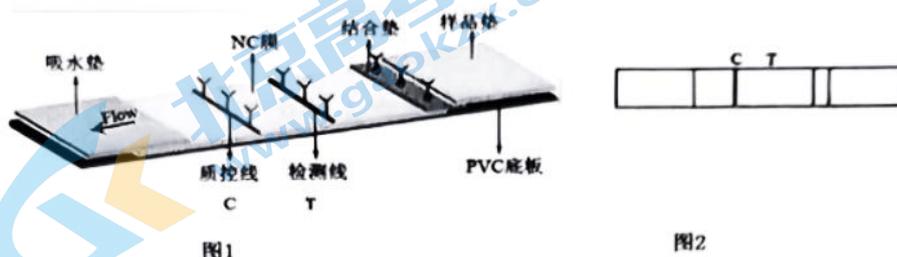
- A. 过程①的基础是生物的密码子是共享的 B. 过程②是直接将融合基因注射到受精卵内
 C. 过程③需用 PCR 技术检测是否合成 RBD D. 过程④从培养液获得 RBD 无需裂解细胞
12. 下图为动物细胞培养过程中, 细胞数量的指数变化示意图。下列表述正确的是



- A. 初代培养过程中, 细胞不会发生基因突变 B. 细胞分裂 8 次以上时, 大部分细胞老化、死亡
 C. 细胞传代时通常需要用胰蛋白酶处理 D. 有限细胞系适于作为生产新冠疫苗的宿主细胞

13. 双抗体夹心法检测新冠病毒抗原原理 (如下图), 试纸上有两种抗原抗体存在, 胶体金标记的抗体位于试纸的结合垫上, 聚集后呈红色; 在检测线上, 有另一种针对抗原的抗体, 这个抗体识别抗原表位是不一样的, 所以同一个抗原能够同时被这两种抗体所识别。抗金标抗体位于质控线上, 结合多余的金标抗体。咽拭子、鼻拭子样本滴上加样孔之后, 向吸水垫方向流动。下列说法不正确的是

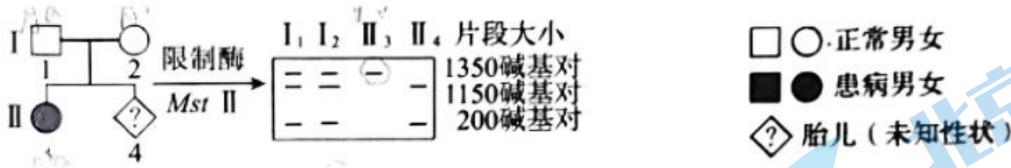
双抗体夹心法 (测抗原) 胶体金试纸结果判读



- A. 质控线结果相当于阳性对照 B. 图 2 显示待测者为新冠病毒阳性

C. 检测试纸使用便捷 D. 抗原和核酸检测配合提高检测准确率

14. 下图表示某单基因遗传病的家系图及将各家庭成员 DNA 用限制酶 MstII 处理后的电泳结果。下列说法正确的是



- A. 该遗传病为伴 X 染色体隐性遗传病 B. I₁ 和 I₂ 均为携带致病基因的杂合子
C. 正常基因, 上不含有 MstII 的酶切位点 D. 推测 II₄ 患该病的概率为 25%

15. 现代智人起源于非洲的观点, 得到更多证据的支持。人们认为, 约 100 万年前, 非洲的古人类(人属各成员)第一次走出非洲, 在各地发展出自己的种群, 例如 1856 年在德国尼安德特河谷发现的尼安德特人。约 10 万年前, 人类(现代智人种)第二次走出非洲, 与第一次走出非洲的人类发生有限的基因交流。之后由于目前尚在争议的原因, 第一次走出非洲的人类包括尼安德特人陆续灭绝, 而我们的祖先生存下来并逐渐扩散占据了全世界。2009 年瑞典科学家斯万特·帕博团队完成尼安德特人细胞核 DNA 的全基因组测序工作, 发现生活在非洲之外的现代人体内都有 1%-4% 的尼安德特人基因, 现代人的线粒体和 Y 染色体基因中则没有发现尼安德特人基因。帕博因在已灭绝古人类基因组和人类进化研究方面所做出的贡献, 获得 2022 年诺贝尔生理学医学奖。下列有关叙述正确的是

- A. 帕博的研究说明尼安德特人和智人发生了不同物种的远缘杂交
B. 非洲人不具有上述 1%-4% 的尼安德特人基因, 说明他们没有共同的祖先
C. 现代人线粒体和 Y 染色体无尼安德特人基因的原因是它们分别为母系遗传和父系遗传
D. 帕博的研究依赖于 PCR 技术、DNA 测序技术、防止除古人类化石 DNA 以外的外源 DNA 污染技术

二、非选择题(本大题共 5 道小题, 共 70 分)

16. (13 分)

CRISPR/Cas9 基因编辑方法的建立在生命科学领域掀起了一场技术革命, 最近科学家又进一步设计了新的 Cas9 融合蛋白, 可作为“单碱基编辑器”。这种融合蛋白包含 dCas9 蛋白和大鼠胞苷脱氨酶 APOBEC1 两部分。如图 1, dCas9 可以结合一段 sgRNA, 这段 sgRNA 可以引导 dCas9 蛋白部分与特定的 DNA 序列结合。该融合蛋白的另一部分胞苷脱氨酶 APOBEC1 具有将识别部位特定位置的胞嘧啶转化为尿嘧啶(步骤①)的能力。之后, 通过 DNA 复制或修复, 尿嘧啶被转化成胸腺嘧啶(步骤②)。最终实现定点单个碱基的编辑替换。

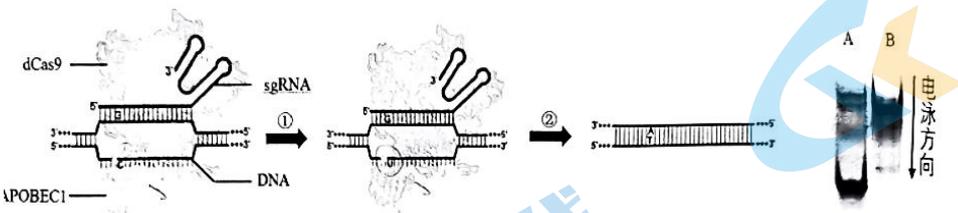


图 1 “单碱基编辑器”作用原理

图 2

(1) 在上述“单碱基编辑器”中, sgRNA 能特异识别某段特定的 DNA 序列原理是_____ , 被编辑的靶基因发生了_____。为了检测步骤①的编辑效率, 科学家用 USER 酶(能识别 DNA 中尿嘧啶并将其切割成短片段)处理编辑后的 DNA(染料标记), 电泳后如图 2, 泳道_____代表 DNA 中的胞嘧啶转化为了尿嘧啶。

(2) 科学家将以上方法用于斑马鱼体内基因组 DNA 的定点单碱基编辑。首先构建含特定 sgRNA 基因和_____ 基因的表达载体; 利用_____ 法将体外表达的 RNA 导入斑马鱼的受精卵中。在细胞中经过_____ 形成 dCas9 和 APOBEC1 的融合蛋白质实现靶基因的编辑。

(3) tyr 基因的点突变会导致人体眼白化疾病, 患者无法正常合成色素。下图 3 为正常人体部分 tyr 基因序列和对应的氨基酸序列。其中第 301 位的脯氨酸(P)突变为亮氨酸(L)就会导致眼白化。

①为验证该位点脯氨酸(P)的作用。科学家找到斑马鱼 tyr 基因对应的位点和序列(图3)。用上述方法单碱基编辑对应脯氨酸位点将脯氨酸突变为丝氨酸,结果斑马鱼出现了如图4所示症状(箭头处),该实验说明_____。这为治疗疾病提供了有效的动物模型。

②若斑马鱼被编辑的碱基为图3所示的C碱基,据图1和图3分析丝氨酸的密码子为_____,在正常个体中编码脯氨酸的密码子在人体和斑马鱼中却并不相同,这体现了密码子的_____。这种特点的存在具有什么意义_____。

P301L

正常人体碱基序列 **cgt aat cct gga aac cat gac**
 人体对应氨基酸序列 **R N P G N H D**
 斑马鱼对应氨基酸序列 **R N P G D H D**
 △正常斑马鱼碱基序列 **cgc aat ccc ggg gac cac gac**

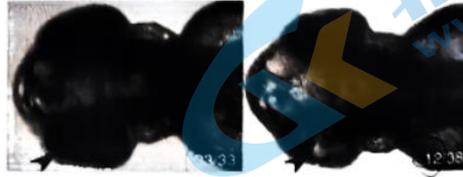


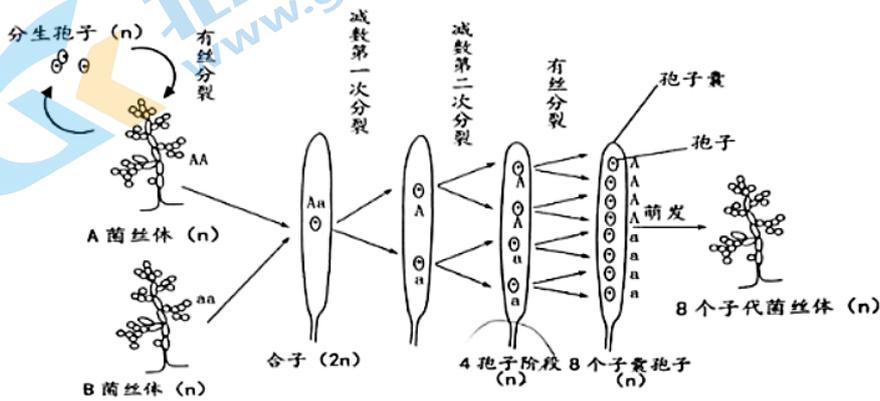
图3 基因序列为非模板链

图4 正常组

单碱基编辑组

17. (12分)

粗糙脉孢菌是一种真菌,其体积小、繁殖快,且子囊孢子在孢子囊中呈顺序线性排列(按来自于同一个次级细胞的孢子顺序排列),如图所示,以A/a代表一对同源染色体。这使得粗糙脉孢菌成为了遗传分析的好材料。



粗糙脉孢菌生活周期

(1)根据图中粗糙脉孢菌的生活周期,菌丝体为_____倍体,粗糙脉孢菌有_____种繁殖方式,两种菌丝体结合产生子代的方式对于本物种的意义是_____。

(2)现有两种不同的脉孢菌菌株:一种是能合成赖氨酸(lysine)的生型菌株(记作+),另一种是赖氨酸缺陷型(记作-),其赖氨酸合成基因突变,若要区分出两种菌株,可以通过在_____培养基中培养实现。现将两种菌株杂交,对4孢子阶段进行观察分析。产生了6种孢子排列类型的孢子囊(如下表),所有子囊孢子中,着丝粒DNA序列与赖氨酸合成基因之间发生重组的孢子的百分比是_____。

序号	4孢子阶段孢子囊类型 (基因型从上到下)	子囊数
1	++--	105
2	--++	129
3	+-+-	9
4	-+-+	5
5	+--+	10
6	-+ +-	16

(3)粗糙脉孢菌中存在重复序列诱导的DNA点突变(RIP)现象,即当一个细胞中存在重复基因时,在所有重复基因上会发生大量的由CA到TA的转换以及DNA甲基化修饰,从而导致该基因无法表达出正常的蛋白,试分析基因无法正常表达的原因可能是_____。(写出2点)

(4) 粗糙脉孢菌菌丝颜色与其染色体上 *al-1* 基因有关, 野生型 *al-1* 正常表达菌丝呈黄色或橙色, 无法正常表达时呈白色, 现通过转化改造在某黄色菌株中 *al-1* 基因所在染色体以外的另一条染色体上引入单拷贝 *al-1* 基因, 将该改造菌株与野生型菌株杂交, 得到的子囊孢子萌发的菌株有 1/2 呈白色。由此可以判断, RIP 发生在什么时期 (“受精作用核融合前” 或 “受精作用核融合后”), 并说明你的判断理由。

18. (15 分)

西红柿是世界主要蔬菜之一, 为严格的自花授粉作物, 杂种优势能极大提高西红柿的产量、抗病及抗逆表现, 因此西红柿生产基本上都是应用杂交种。

(1) 科学家获得了位于 4 号染色体的 *ps-2* 基因隐性突变体, 表现为雄性不育, 在杂交育种时, 选育雄性不育植株的优点是_____。

(2) 在雄性不育系大田中发现一株苗期绿茎突变体。

①实验证明苗期茎色由一对等位基因控制, 紫茎相对绿茎是显性。利用 SSR 技术可以进行基因在染色体上的定位, SSR 是 DNA 中的简单重复序列, 非同源染色体上的 SSR、不同品种的同源染色体上的 SSR 不同, 因此常用于染色体特异性标记。研究者将紫茎和绿茎杂交, F_1 自交后提取 F_2 中苗期绿茎突变体 50 株单株的叶肉细胞 DNA, 利用 4 号染色体上特异的 SSR (与 *ps-2* 基因紧密连锁的 SSR 标记) 进行 PCR 扩增, 实验证明苗期绿茎基因位于 4 号染色体上, 请在下图 1 中画出 PCR 扩增、电泳后结果。

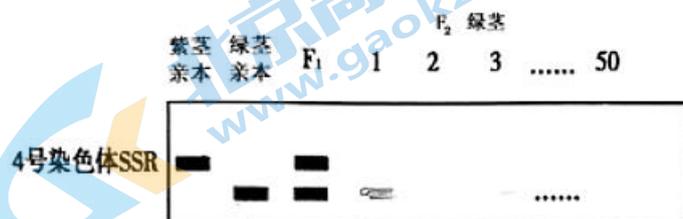


图 1

如果苗期绿茎基因不位于 4 号染色体上, SSR 扩增结果的类型有_____种且比例是_____。

②雄性不育系在环境温度或光照时间的影响下可能恢复育性, 苗期绿茎突变体不育系在实际生产中应用的优势是_____。

(3) 我国科学家在西红柿基因组中鉴定到 154 个在雄蕊中特异表达的基因, 选取其中的一个基因 *SISTR1* 作为靶标基因 (T 表示)。利用 CRISPR/Cas9 基因编辑技术对西红柿的 *SISTR1* 基因进行定向敲除获得雄性不育系 (tt, 绿色)。将正常功能的 *SISTR1* 基因 (T) 和控制花青素合成的 *SIANTI* 基因 (A 表示) 连锁在一起, 共同转回到雄性不育系中, 从而获得了紫色的转基因保持系 (图 2)。

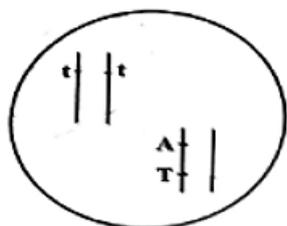


图 2 转基因保持系

①请用遗传图解阐述利用转基因保持系制备和鉴别雄性不育系的过程。

②关于图 2 所示转基因保持系制备过程及在农业生产的优点, 下列说法正确的是_____

- A. 转基因保持系通过杂交可产生雄性不育系又可产生转基因品系
- B. 可通过幼苗颜色准确鉴定不育株用于杂交种子生产
- C. 该技术用于杂交制种的不育系并不含任何转基因成分
- D. 该研究策略易推广到其他蔬菜、花卉等园艺作物, 具有广阔的应用前景

19. (15 分) 学习以下材料, 回答 (1) ~ (5) 题。

猕猴桃性别演化的奥秘

猕猴桃属于雌雄异株（同一植株上只有雄花或雌花）植物，其性别决定方式为XY型。猕猴桃的祖先是两性花（一朵花既有雄蕊又有雌蕊）植物，没有常染色体和性染色体之分，

其发生雌雄异株演化背后的分子机制是什么？

猕猴桃Y染色体上的细胞分裂素响应调节因子基因（*SyGI*）在发育着的雄花中特异性表达，通过减弱细胞分裂素的信号，进而抑制雄花中的心皮（本应发育为雌蕊的结构）的发育。有意思的是，在常染色体上发现了一个与*SyGI*基因序列高度相似的基因*A*。*A*在花器官各部分都不表达，却只在幼嫩叶片中高表达。系统发育分析推测，*SyGI*可能起源于2000万年前*A*的一次复制事件，原始的Y染色体因获得*A*而诞生。虽然*SyGI*与其祖先基因*A*编码的蛋白质结构相同，但由于二者在基因演化过程中启动子的关键序列发生变化，导致其表达部位完全不同，基因的功能也产生了分化。

继*SyGI*之后，研究人员分析猕猴桃早期花器官的转录组数据，发现了基因*FrBy*在雄蕊的花药中特异性表达，推测*FrBy*本就存在于猕猴桃的祖先基因组中，其功能缺失突变（失活）导致了X染色体的产生。为此，利用基因编辑技术将两性花植物拟南芥和烟草中*FrBy*的同源基因敲除，发现其雄性不育，表型与猕猴桃雌花类似。基于上述研究，科研人员提出“*SyGI*和*FrBy*双突变模型”，用以解释猕猴桃性别演化机制。该研究有助于加深对植物性别演化的认识，还可用于调控作物的性别，具有重要的理论和实践应用价值。

（1）基因*SyGI*和*A*启动子序列的差异，使得不同组织中_____酶与其结合的情况不同。*SyGI*决定性别涉及到的变异来源有_____。

A. 基因突变 B. 基因重组 C. 染色体结构变异 D. 染色体数目变异

（2）根据上述信息，概括*SyGI*和*FrBy*在花芽发育为雄花过程中的作用，并完善“双突变模型”假说的模式图。

（3）下列实验结果支持“双突变模型”的有_____。

- A. 性染色体上的*FrBy*和常染色体上的*A*起源相同
- B. 性染色体上的*SyGI*和*FrBy*在雄花中特异性表达
- C. 敲除猕猴桃雄株性染色体上的*SyGI*可获得两性花
- D. 转入*FrBy*的猕猴桃雌株可自花传粉产生子代

（4）若要将*FrBy*转入猕猴桃雌株，请说明获得该转基因植株的基本技术流程。

（5）写出植物性别决定机制的研究在实践生产上的一项应用。

20.（15分）

茄子是我国的主要蔬菜作物之一，茄子的花色、果皮色是茄子选种育种的关键性状，为研究这两对性状的遗传规律，研究人员选用P₁~P₆纯合体为亲本进行杂交实验。

组别	亲本杂交	F ₁ 表型	F ₂ 表型及数量（株）
实验1	P ₁ （白花）×P ₂ （紫花）	紫花	紫花（84）、白花（26）
实验2	P ₁ （白果皮）×P ₂ （紫果皮）	紫果皮	紫果皮（83）、绿果皮（21）、白果皮（7）

（1）实验1可知，茄子花色（A、a基因控制）中_____是显性性状，F₂紫花中能稳定遗传的个体所占比例为_____。

（2）茄子果皮色由B、b与D、d两对基因控制，符合_____定律，B基因抑制D基因，表现为紫色，实验2结果可知，绿果皮基因型为_____，其为绿色的原因_____。

（3）为确定花色与果皮色基因之间的位置关系，科研人员用纯合白花白果皮和紫花紫果皮植株进行了如下杂交实验。

组别	亲本杂交	F ₁	F ₁ 与白花白皮测交结果（株）
实验3	P ₅ （白花白果皮）×P ₆ （紫花紫果皮）	紫花紫果皮	紫花紫果皮（20）、白花白果皮（10）非亲本类型（50）：紫花绿果皮、紫花白果皮、白花紫果皮、白花绿果皮

根据实验 3 测交结果，小生同学对测交后代中的性状分离比进行分析，画出了基因的位置关系（图 1）。请评价小生同学的观点。

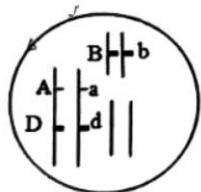


图 1

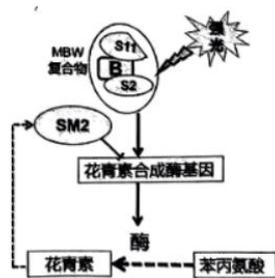


图 2

(4) 花青素是植物细胞内具有抗氧化活性的天然色素，具有抗癌和延缓衰老等功效。茄子果皮颜色越深，花青素含量越高，其营养价值越高。研究人员发现光信号诱导花青素形成过程，如图 2 所示。请阐述茄子花青素含量相对稳定的机制和生物学意义。

参考答案

一、单项选择题（每小题 2 分，共 30 分）

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

二、非选择题（共 5 题，共 70 分）

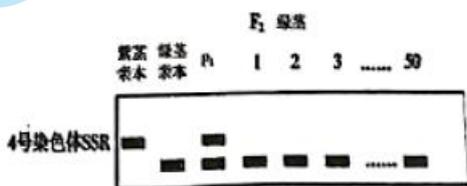
16.（13 分，除特殊说明每空 1 分）

- (1) 碱基互补配对 基因突变 A
- (2) APOBEC1 基因和 dCas9 基因（两个基因缺一不可）（2 分） 显微注射法 翻译
- (3) ①脯氨酸是眼部合成色素所必需的。
- ②UCC 简并性（偏爱性多答不扣分）（2 分） 降低基因突变的多害性（2 分）

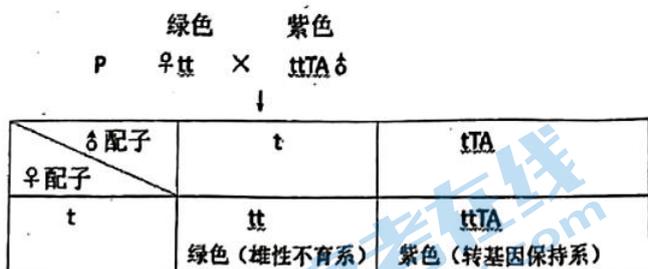
17.（12 分，除特殊说明每空 1 分）

- (1) 单 2
- 有性生殖可发生基因重组，能使后代产生更多的变异，增加其适应环境的能力。（2 分）
- (2) 无赖氨酸的选择 7.3%（2 分）
 - (3) 表观遗传修饰抑制基因表达；CA-TA 的突变，可能导致转录出的 mRNA UAA/UAG 终止密码的提前出现（共 2 分）
 - (4) 受精作用核融合前 后代中白色菌株占 1/2 说明改造菌株产生的生殖细胞两个 al-1 基因均被抑制表达，而野生型菌株的 al-1 基因未被抑制。因此 RIP 发生在改造菌株的生殖细胞核中，即受精作用核融合前发生，（2 分）

18.（15 分，除特殊说明每空 2 分）



- (1) 无需进行去雄，大大减轻了杂交操作的工作量。
- (2) ①图 3 1: 2: 1
- ②苗期可筛选出杂交种中混有的自交种
- (3) ①

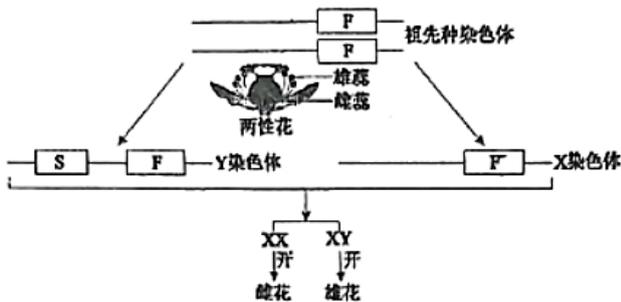


（遗传图解 3 分）

②ABCD

19.（15 分，除特殊说明每空 1 分）

- (1) RNA 聚合（2 分） A、C（2 分）
- (2) SyG1 抑制雌蕊的发育，FrBy 促进雄蕊的发育（3 分，每类染色体 1 分）



(3) BCD (2分)

(4) 获得 *FrBy* 基因；构建基因表达载体；将基因表达载体导入植物细胞；检测 *FrBy* 基因是否成功导入，选择阳性愈伤组织，进行植物组织培养获得植株，检测植株的性别。(3分，少1点扣1分)

(5) 提高雌花比例，多结果实和种子，增加农作物产量/通过转基因技术或基因编辑技术，获得雄性不育植株，方便实现杂交育种 (2分)

20. (15分，除特殊说明每空1分)

(1) 紫花 $1/3$ (2分)

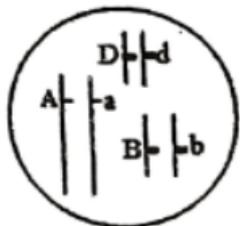
(2) 基因自由组合 $bbDD$ 和 $bbDd$ (或 $bbD_$) (2分)

$bbD_$ ，无 *B* 基因不影响 *D* 基因表达，*D* 基因表达使茄子果皮呈现绿色。

(3) 小生同学的观点不正确。(4分)

若小生同学的基因定位正确，那么，若 *ad* 完全连锁，则测交后代中白花白皮占比应为 $1/4$ 。假设 *A/a* 与 *D/d* 基因自由组合，则白花白皮占比为 $1/8$ 。故，若两者不完全连锁，白花白皮占比应介于 $1/8$ 和 $1/4$ 之间，与事实不符。

实验结果数据应该用三对基因自由组合来解释，如图。



(4) 强光激活 MBW 复合物，促进花青素合成基因表达，花青素增加；花青素含量过高时会通过 SM2 抑制花青素基因表达，形成负反馈调节机制维持其相对稳定。(2分)

意义：花青素的相对稳定既满足了茄子抗强光氧化等代谢的需要，又避免了物质和能量的浪费。(2分)

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承 “精益求精、专业严谨” 的建设理念，不断探索 “K12 教育+互联网+大数据” 的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供 “衔接和桥梁纽带” 作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯