2021 北京西城高三二模

生　　物

2021.5

本试卷共 10 页，共 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案写在答题卡上，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（选择题 共 30 分）

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

1. 水稻的遗传物质贮存和复制场所不包括

A. 细胞核　　B. 线粒体　　C. 叶绿体　　D. 核糖体

2. 每个细菌内的 ATP 含量基本相同。可利用下图所示原理来检测样品中细菌数量。下列相关叙述错误的是

$$\text{荧光素} + \text{ATP} + O_2 \xrightarrow[Mg^{2+}]{\text{荧光素酶}} \text{氧化荧光素} + \text{AMP} + \text{PPi} + H_2O + \text{荧光}$$

A. 检测前需要破坏细胞膜以释放 ATP　　B. 检测试剂中应含有荧光素酶和 ATP

C. ATP 水解释放的能量部分转化成光能　　D. 荧光强度与样品中细菌数量呈正相关

3. 肝细胞可分泌一种蛋白酶抑制剂到血液中。基因突变导致该抑制剂某一氨基酸发生替换，会使血液中缺失这种抑制剂，从而引起疾病。研究发现，在实验室内合成的这种突变蛋白仍具有抑制蛋白酶活性的作用。对患病原因的推测，不合理的是

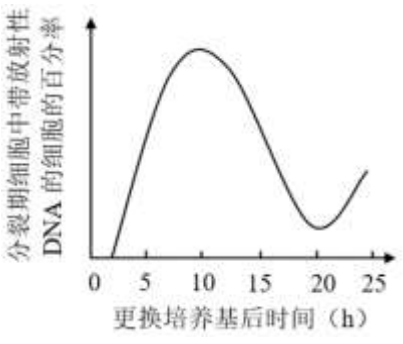
A. 突变引起蛋白质细微的错误折叠进而被降解

B. 突变导致该蛋白质合成后无法分泌到细胞外

C. 突变蛋白质空间结构改变使其完全失去活性

D. 蛋白酶抑制剂缺失导致某些蛋白酶活性偏高

4. 将分生区细胞培养在含放射性标记胸腺嘧啶的培养基中，短时间后更换到无放射性的培养基中再培养一段时间。测定分裂期细胞中带放射性 DNA 的细胞的百分率，结果如下图所示。下列分析错误的是



A. 10~20 小时曲线下降，与被标记的细胞逐渐完成分裂有关

B. 20 小时后曲线再次开始上升，是因为被标记的细胞进入第二轮分裂的分裂期

C. 每一个被标记的细胞分裂两次形成的四个细胞中，均只有两个细胞带有放射性 DNA

D. 从 DNA 复制完成到分裂期开始的时长约为 2h

5. DNA 甲基化是指 DNA 分子胞嘧啶上共价连接一个甲基。基因组中转录沉默区常甲基化，在个体发育中甲基化区域是动态变化的。将携带甲基化和非甲基化肌动蛋白基因的重组质粒分别导入培养的肌细胞后，发现二者转录水平相同。下列推测不合理的是

A．启动子甲基化影响其与核糖体结合

B．DNA 甲基化可以抑制基因的转录

C．DNA 甲基化可以影响细胞的分化

D．肌细胞中可能存在去甲基化的酶

6. 喷瓜的性别由三个复等位基因 D_1、D_2、D_3 决定（见下表）。相关叙述正确的是

基因型	D_1D_2	D_1D_3	D_2D_2	D_2D_3	D_3D_3
性别	雄株	雄株	两性植株	两性植株	雌株

A. 三个等位基因位于性染色体上

B. D_1 和 D_3 分别决定雄株和雌株

C. D_2 对 D_1 和 D_3 均为显性

D. 雄株与雌株杂交不可能产生两性植株

7. 用 X 射线处理豌豆种子后筛选出一抗除草剂植株（甲），取其花粉进行离体培养，在获得的植株（乙）中，抗除草剂植株占 50%。下列叙述正确的是

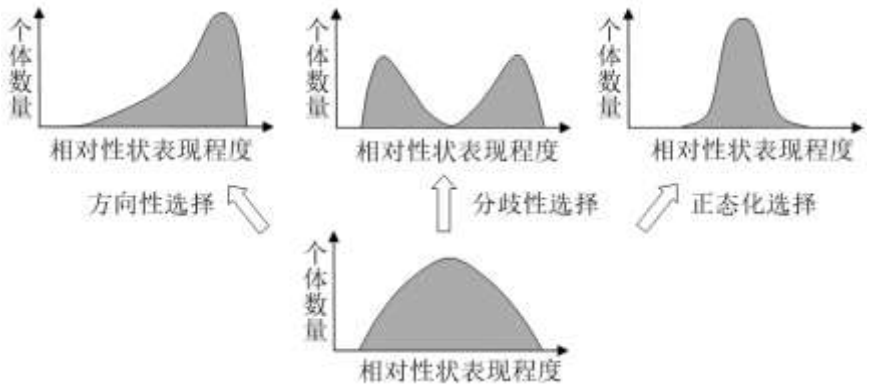
A. X 射线诱发豌豆发生定向变异

B. 甲为抗除草剂基因杂合子

C. 乙自交后代不发生性状分离

D. 乙的体细胞不具有全能性

8. 自然选择决定进化的方向。进化中生存环境最稳定和最可能产生生殖隔离的依次是



A. 方向性选择、分歧性选择　　B. 分歧性选择、正态化选择

C. 正态化选择、分歧性选择　　D. 正态化选择、方向性选择

9．为探究生长素对枝条生根的影响，在一定部位环剥枝条，涂抹生长素于环剥口上端，并用湿土包裹环剥部位，观察枝条生根情况，结果如下表。下列分析错误的是

生长素用量（mg/枝）	处理枝条数	第 90 天时生根枝条数	首次出根所需天数
0	50	12	75
1.0	50	45	25
2.0	50	35	30
3.0	50	33	33

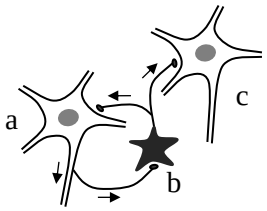
A．在所研究浓度中促进生根的最佳生长素用量为 1.0mg/枝

B．实验结果表明生长素对枝条生根的作用具有两重性

C．对照组枝条首次出根所需时间长与生长素总量少有关

D．在激素作用下环剥口上端细胞发生了脱分化和再分化

10．中枢神经元的兴奋沿轴突外传的同时，又经轴突侧支使抑制性中间神经元兴奋，后者释放递质反过来抑制原先发生兴奋的神经元及同一中枢的其他神经元，即回返性抑制（如下图）。相关叙述错误的是



A．刺激 a 会引起 b 神经元氯离子通道开放

B．神经元 b 释放递质使 c 膜内外电位差增大

C．回返性抑制可以使神经元的兴奋及时停止

D．该机制利于同一中枢内神经元活动协调一致

11. 蚜虫的幼虫分泌蜜露供蚂蚁取食，蚂蚁舔食移除蜜露的机械清洗行为作为生理刺激可加速蚜虫吸取植物汁液。当植物营养缺乏时，蚂蚁就会把蚜虫运到新的区域，并保护它们不受瓢虫等肉食性昆虫的侵害。下列相关叙述错误的是

A. 蚜虫是生态系统中的分解者

B. 可采用样方法调查蚜虫种群密度

C. 蚂蚁和蚜虫之间为互利共生关系

D. 蚜虫可从植物汁液中获取植物同化的能量

12. 延庆区的野鸭湖是生物多样性和稳定性较高的湿地生态系统，是华北地区重要的鸟类栖息地之一。下列相关叙述正确的是

A. 稳态是指生态系统各成分的种类及数量恒定不变

B. 负反馈调节是生态系统维持稳态的主要机制

C. 减少鸟类天敌的数量有利于增强其稳定性

D. 营养结构复杂程度与抗干扰能力呈负相关

13. 微载体动物细胞培养是以悬浮在培养液中的微珠作为细胞贴附的载体，在轻度搅拌下进行动物细胞培养。下列相关叙述错误的是

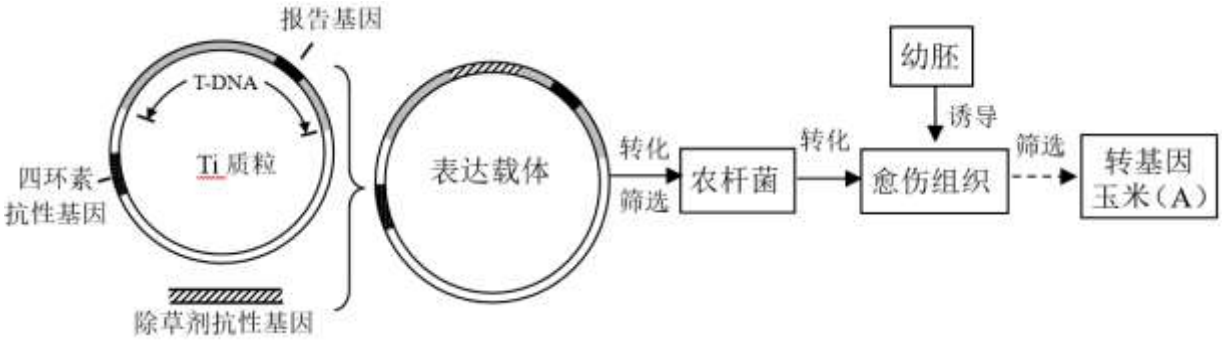
A. 轻度搅拌有利于细胞的氧气供应

B. 培养液中需添加糖、氨基酸等营养物质

C. 该技术能提高单位体积培养液的细胞产率

D. 该技术不能应用于病毒疫苗的生产过程中

14. 获得抗除草剂转基因玉米的技术流程如下图。相关叙述正确的是



A．玉米 DNA 聚合酶可识别报告基因启动子

B．转化愈伤组织时需用氯化钙处理愈伤组织

C．需用含四环素的培养基筛选愈伤组织

D．将 A 自交可得到抗除草剂玉米纯合子

15. 下列实验或实践活动中，材料选择不恰当的是

A. 鉴定还原糖：苹果

B. 制作果醋：果酒

C. DNA 的粗提取与鉴定：哺乳动物的红细胞

D. 观察植物细胞的有丝分裂：大蒜根尖

第二部分（非选择题 共 70 分）

16.（10 分）

人体细胞有时会处于低氧环境。适度低氧下细胞可正常存活，严重低氧可导致细胞死亡。以 PC12 细胞系为材料，研究了低氧影响细胞存活的机制。

（1）在人体细胞呼吸过程中，O_2 参与反应的场所是___。当细胞中 O_2 含量低时，线粒体通过电子传递链产生更多活性氧，活性氧积累过多会损伤大分子和细胞器。

（2）分别用常氧（20% O_2）、适度低氧（10% O_2）和严重低氧（0.3% O_2）处理 PC12 细胞，24h 后检测线粒体自噬水平，结果如图 1。用线粒体自噬抑制剂 3-MA 处理 PC12 细胞，检测细胞活性氧含量，结果如图 2。

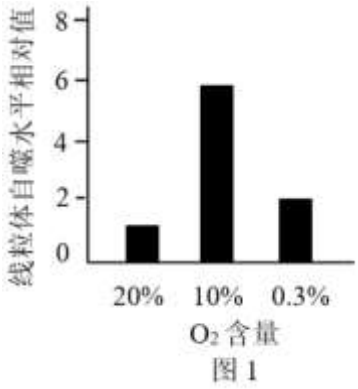


图 1

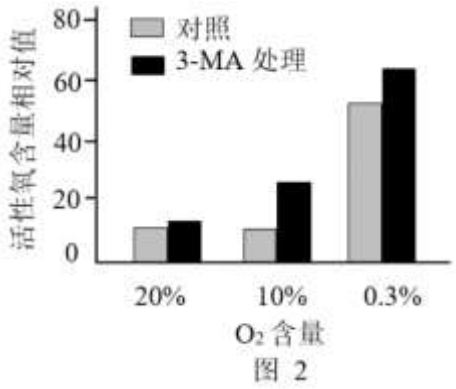


图 2

① 损伤的线粒体可通过线粒体自噬途径，被细胞中的___（结构）降解。

② 图 1、图 2 结果表明：适度低氧可___。

（3）研究表明，上调 *BINP3* 基因的表达可促进线粒体自噬。检测不同氧气浓度下 *BINP3* 基因表达情况，结果如图 3。

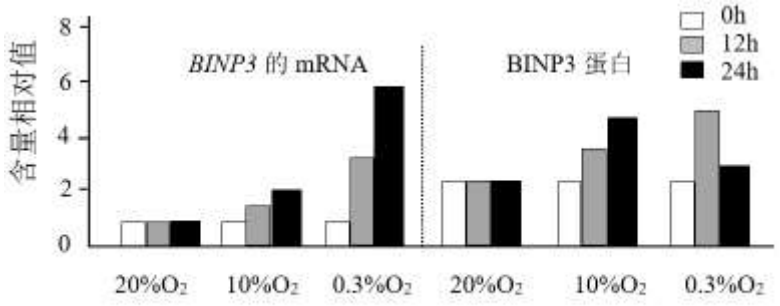


图 3

综合上述信息，解释适度低氧下细胞可正常存活、严重低氧导致细胞死亡的原因。

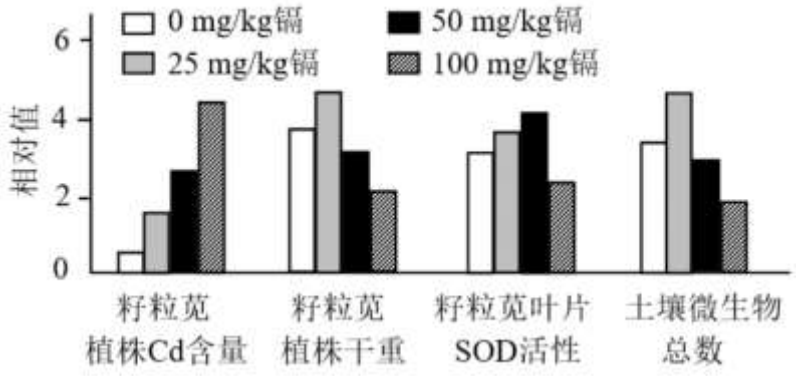
（4）该研究的意义是___。

17.（12分）

镉（Cd）是土壤中最具毒性的污染物之一，土壤镉污染已成为世界各国共同关注的环境问题。通过盆栽实验，对利用植物修复镉污染土壤进行了研究。

（1）镉在土壤中主要以难溶的 $Cd(OH)_2$、$CdCO_3$ 等沉淀或 Cd^{2+}形式存在。Cd^{2+}进入植物体内，会诱导活性氧的产生。植物的抗氧化系统（如超氧化物歧化酶 SOD、过氧化氢酶 CAT 等）可清除活性氧，抵抗镉对植物的毒害。镉可通过___逐级积累，最终危害人体健康。

（2）取未污染农田表层土，加入不同比例的镉，制成不同镉浓度的土壤。将籽粒苋种子点播在土壤中，90 天后检测，结果如下图。



① 籽粒苋能够____，因此属于生态系统成分中的生产者。

② 对检测结果的分析正确的有____。

A. 籽粒苋对镉污染土壤有一定的修复作用

B. 籽粒苋植株干重变化表明，高浓度的镉抑制籽粒苋生长

C. SOD活性变化表明，100mg/kg的镉毒害小于 50mg/kg的镉

D. 低浓度的镉可刺激微生物的繁殖

（3）密旋链霉菌是一种营腐生生活的放线菌。向镉污染土壤中接种 1.5g·kg^{-1} 的密旋链霉菌菌剂，然后点播籽粒苋种子，90 天后检测各项指标，结果如下表。

分组	籽粒苋				土壤		
	植株镉含量（mg·kg^{-1}）	植株干重（g/株）	SOD 活性（U·g^{-1}）	CAT 活性（U·g^{-1}·min^{-1}）	总镉含量（mg·kg^{-1}）	Cd^{2+}含量（mg·kg^{-1}）	pH
对照组	70.05	15.10	75	2.50	45.83	12.12	6.65
实验组	90.26	22.52	90	2.80	40.62	14.51	6.47

分析表中数据可知，接种密旋链霉菌对籽粒苋修复镉污染土壤具有促进作用。请解释这种促进作用的可能原因（从三方面进行解释）。

（4）研究表明，适当施加有机肥（鸡粪）可提高密旋链霉菌-籽粒苋联合修复镉污染土壤的效果，试分析可能原因。

（5）为进一步提高对镉污染土壤的修复效果，请提出一个新的研究课题。

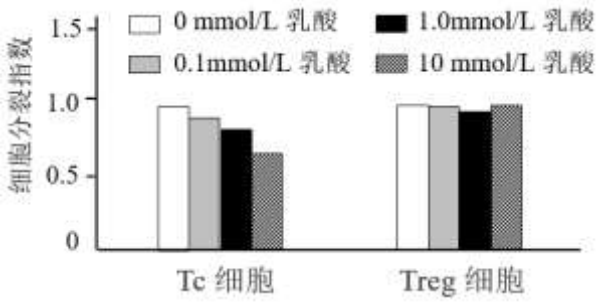
18.（12 分）

肿瘤免疫疗法是通过激活自身免疫机能杀灭癌细胞。临床应用中发现，它并不是对每个癌症患者都有效。为提高免疫疗法的有效性，对其原因进行了研究。

（1）癌细胞代谢旺盛，但肿瘤组织中氧气常供应不足，癌细胞通过___产生大量乳酸，并分泌到肿瘤微环境中。

（2）人体主要通过细胞免疫应答产生的___来裂解癌细胞。

（3）人体内的 Treg 细胞是一种调节性 T 细胞，可抑制细胞毒性 T 细胞（Tc）的激活和增殖。用含有不同浓度乳酸的培养液分别培养 Tc 和 Treg 细胞，一段时间后检测细胞增殖情况，结果如下图（细胞分裂指数越高表示增殖越旺盛）。



结合上述信息，推测免疫疗法对部分人失效的可能原因。

（4）*MCT1* 基因编码乳酸转运蛋白，该基因在 Treg 细胞中表达。研究者提出假设：肿瘤与 Treg 细胞之间通过 *MCT1* 基因形成“互利共生”关系。为检验假设，研究者给小鼠皮下注射癌细胞，一段时间后检测肿瘤大小。实验组应采用___小鼠。若实验结果为___，则支持肿瘤和 Treg 细胞之间存在“互利共生”关系。

（5）基于以上研究，请为提高免疫疗法的有效性提出一个思路。

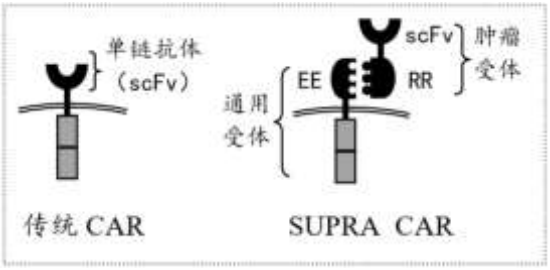
19.（12 分）阅读下面的材料，回答（1）~（5）。

抗癌新方法 — 嵌合抗原受体 T 细胞疗法

免疫疗法是目前肿瘤治疗领域最具前景的发展方向之一。近年来出现的嵌合抗原受体 T 细胞（CAR-T）疗法使人类的抗癌史翻开了新的篇章。

细胞在癌变过程中产生了肿瘤抗原，其中一部分抗原与肿瘤细胞内的 MHC 分子结合形成“抗原-MHC”复合体，并呈递在肿瘤细胞表面。T 细胞通过受体识别肿瘤细胞表面与 MHC 结合的肿瘤抗原，进而杀死肿瘤细胞。

研究发现，肿瘤细胞可通过下调 MHC 的表达来逃避 T 细胞的识别。为应对这种“免疫逃逸”，科研人员分离出患者的 T 细胞，利用基因工程技术为 T 细胞装上特异性识别肿瘤抗原的嵌合抗原受体（CAR），CAR 识别抗原不依赖于 MHC。体外扩增培养 CAR-T 细胞，再输回患者体内，即可进行肿瘤免疫治疗。



近来 CAR-T 细胞疗法又取得新进展。新一代 CAR（SUPRA CAR）分为两部分，一部分是在 T 细胞上表达的“通用”受体，另一部分则是单独的“肿瘤”受体。传统 CAR-T 细胞通过一次制备，只能针对一种癌症。而 SUPRA CAR-T 细胞疗法通过一次制备，辅以不同的肿瘤受体 scFv，可以治疗多种癌症。

与手术、放疗、化疗等传统治疗方法相比，CAR-T 细胞疗法具备许多优势，如治疗更精准、杀瘤效果更持久、杀瘤范围更广等。但目前 CAR-T 细胞疗法还存在一些问题，如易引起细胞因子释放综合征（CRS）、脱靶效应等。CAR-T 细胞在杀伤肿瘤细胞时会释放大量细胞因子，使人体产生发热、呼吸衰竭等不良反应，严重时可危及生命。我们相信，随着免疫学的发展，在不久的将来这些问题一定会得到解决，更完善的 CAR-T 疗法将造福于更多肿瘤患者。

（1）通过基因工程制备 CAR-T 细胞时，需使用的工具酶有___。

（2）CAR-T 细胞疗法能克服肿瘤细胞通过下调 MHC 分子表达导致的免疫逃逸，原因是___。

（3）与传统 CAR 相比，SUPRA CAR 能更灵活地调节 T 细胞激活。为抑制 CRS 的发生，根据 SUPRA CAR-T 细胞疗法的原理，提出在必要时降低 T 细胞活性的思路。

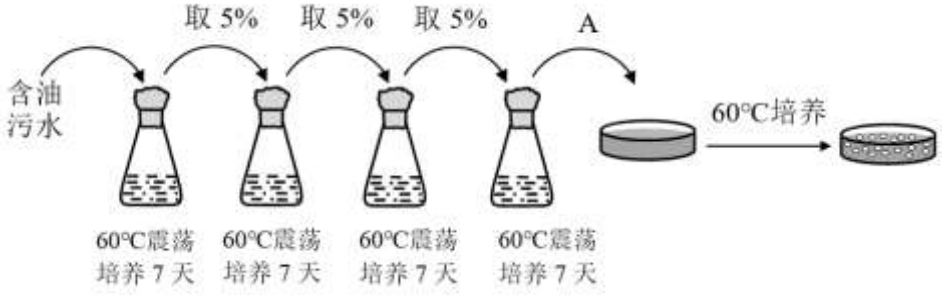
（4）在一名经过 CAR-T 细胞治疗后又复发的患者身上发现了“CAR-癌细胞”，经分析确定，原因是在生产 CAR-T 细胞时一部分 CAR 加到了癌细胞上。请分析“CAR-癌细胞”导致癌症复发的原因。

（5）使用 CAR-T 细胞疗法治疗癌症时，应注意___方面的问题。

20.（12 分）

在石油开采过程中，利用表面活性剂可提高采收率。但化学合成表面活性剂的生产和使用，也带来一定的环境污染。某些微生物可代谢产生生物表面活性剂。拟从含油污水中筛选耐高温高压的产生物表面活性剂菌株。

（1）分离能利用石油的耐高温菌种，流程如下图。



① 上述过程所用的培养液应以石油为___。

② 固体培养基的制备过程包括：计算→称量→溶化→___→倒平板。

③ 图中 A 处应采用___法进行接种。

（2）通过上述分离过程，获得 16 个菌株。如何从这些菌株中进一步筛选耐高压、高产生物表面活性剂的菌种？请写出基本思路。

（3）菌种鉴定

① 根据菌种在平板上形成的___的特征，对菌种进行初步鉴定。

② 16S rDNA 基因存在于所有细菌中，该基因包含多个恒定区和可变区，恒定区序列基本保守，可变区序列具有种的特异性。利用 16S rDNA 基因的___（选填“恒定区”或“可变区”）序列设计引物，PCR 扩增 16S rDNA 片段，然后测序，将测序结果与数据库中相关数据进行比较进而鉴定。

（4）研究者筛选出的菌种 BQ-2 为好氧菌，但油井深处通常缺氧。现有一耐高温高压、不能产生物表面活性剂的厌氧菌 DQ-l。请写出利用这两个菌株获取目的菌株的思路。

（5）简述产生物表面活性剂菌株在石油工业应用的生态学意义。

21.（12 分）

小麦为自花传粉作物。小麦种皮的颜色分为红色和白色，红色有深有浅。研究者通过杂交实验对其遗传规律进行了研究，结果如表 1。

表 1 小麦杂交实验结果

组合	亲本	F_1	F_2
1	中度红色×白色	淡红色	红色（中度红色 1、淡红色 2）:白色=3:1
2	深暗红色×白色	深红色	红色（深暗红色 1、暗红色 6、中度深红色 15、深红色 20、中度红色 15、淡红色 6）:白色=63:1

（1）小麦种皮颜色的遗传遵循_____规律，判断的理由是_____。

（2）组合 2 中 F_1 植株的基因型为_____。（控制种皮颜色的基因用 R_1、r_1、R_2、r_2…表示）

（3）小麦在收获前若遇阴雨天，易发生在穗上发芽的现象，降低产量和品质，所以穗发芽抗性是优质小麦的重要性状之一。研究发现红色小麦的穗发芽抗性普遍高于白色小麦。将多个品种红色小麦种植于同一实验田，统计穗发芽率，结果如表 2。

表 2 不同品种红色小麦的基因组成及其穗发芽率

品种	基因组成	穗发芽率平均值（%）
1	$R_1R_1R_2R_2R_3R_3$	18.1
2	$r_1r_1R_2R_2R_3R_3$	36.9
3	$R_1R_1r_2r_2R_3R_3$	41.6
4	$R_1R_1R_2R_2r_3r_3$	35.2
5	$r_1r_1r_2r_2R_3R_3$	50.5
6	$r_1r_1R_2R_2r_3r_3$	53.5
7	$R_1R_1r_2r_2r_3r_3$	60.9

① 据表推测，控制小麦穗发芽抗性的基因与控制种皮颜色的基因的关系可能是_____

或_____。

② 统计过程中发现，同一品种的小麦植株穗发芽率变化幅度较大，试分析原因。

（4）研究发现，小麦种皮的红色是由类黄酮生物合成途径产生的儿茶酸和花青素形成的，R 基因表达产物是促进该途径关键酶基因转录的转录因子，儿茶酸可调节种子对脱落酸的敏感性，从而增强穗发芽抗性。请用图解的形式（文字和“→”）表示 R 基因是如何控制相关性状的。

2021 北京西城高三二模生物

参考答案

第一部分（选择题 共 30 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
答案	D	B	C	C	A	B	B	C	B	A
题号	11	12	13	14	15					
答案	A	B	D	D	C					

第二部分（非选择题 共 70 分）

本部分共 6 题，共 70 分。

16.（10 分）

（1）线粒体内膜 （1 分）

（2）① 溶酶体（1 分）

② 激活线粒体自噬来清除活性氧（2 分）

（3）适度低氧上调 *BINP3* 基因的表达，使 BINP3 蛋白增加，促进了线粒体自噬以清除细胞中的活性氧，活性氧处于正常水平，细胞可正常存活。严重低氧上调 *BINP3* 基因的表达（转录），可能由于严重低氧下 BINP3 蛋白降解加快，使 BINP3 蛋白在增加后很快下降。严重低氧下 BINP3 蛋白的增加促进了线粒体自噬，但还不足以清除细胞中的活性氧，活性氧在细胞中积累，最终导致细胞死亡。（4 分）

（4）有助于人们对缺氧性疾病发病机理的认识；促进缺氧性疾病的预防和治疗（2 分，写出一条即可）

17.（12分）

（1）食物链 （1 分）

（2）① 利用 CO_2 制造有机物 （2 分）

② ABD （2 分）

（3）密旋链霉菌产生酸性物质，使 $Cd(OH)_2$ 等沉淀溶解，促进了植物对于镉的吸收。接种密旋链霉菌促进了籽粒苋生长，提高了吸收镉的总量。接种密旋链霉菌提高了籽粒苋 CAT、SOD 的活性，增强了籽粒苋的抗镉性。（3 分）

（4）有机肥可以为密旋链霉菌提供营养和能量，促进其繁殖。有机肥改善土壤结构，有机肥经微生物分解后为植物提供营养，促进了籽粒苋生长。植物和密旋链霉菌生物量的增加提高了修复效果。（2 分）

（5）利用转基因技术提高植物对镉的耐受性和富集能力的研究。

超富集植物对镉的吸收、转运和累积的机制的研究。

多种植物合理配置对修复镉污染土壤的影响及机制研究。（2 分，合理即可）

18.（12 分）

（1）无氧呼吸 （2 分）

（2）效应 Tc 细胞 （2 分）

（3）一部分肿瘤患者体内，肿瘤细胞无氧呼吸产生较多乳酸，肿瘤微环境高浓度的乳酸抑制细胞毒性 T 细胞增殖，但对 Treg 细胞无影响，增殖的 Treg 细胞也抑制细胞毒性 T 细胞的激活和分裂，导致免疫疗法失效。（2 分）

（4）*MCT1* 基因敲除小鼠 （2 分）　　实验组小鼠肿瘤体积显著小于对照组（2 分）

（5）抑制乳酸代谢相关基因（如 *MCT1* 基因），从而增强免疫治疗的有效性。（2 分）

19.（12 分）

（1）限制性核酸内切酶、 DNA 连接酶（2 分）

（2）CAR 不依赖 MHC 识别和应答抗原（2 分）

（3）用能够与 RR 结合的物质来抑制 EE 与 RR 的结合，进而抑制 CAR-T 的激活

（3 分，合理即可）

（4）癌细胞表达的 CAR 与其表面的抗原相结合，使用以识别癌细胞的靶标被隐藏起来，“CAR-癌细胞”没有被 T 细胞识别而存活，存活的“CAR-癌细胞”大量增殖导致癌症复发。（3 分）

（5）安全、有效（2 分）

20.（12 分）

（1）① 唯一碳源（1 分）

② 灭菌（1 分）

③ 稀释涂布（1 分）

（2）将待选菌种分别接种于含石油的液体培养基，在高压条件下培养，挑选生物表面活性剂产量高的菌株。(或：将待选菌种接种于石油平板培养基，在高压条件下培养，挑选扩油圈大的菌落) （2 分）

（3）① 菌落 （1 分）

② 恒定区（2 分）

（4）将BQ-2参与生物表面活性剂合成的基因导入DQ-l中（或将BQ-2与DQ-l进行融合），然后在高温、高压、无氧环境下培养并分离，再筛选其中生物表面活性剂产量高的菌株。（2分）

（5）生物表面活性剂由微生物生产，使用后还可以降解，有利于减少污染、保护环境（2分）

21.（12 分）

（1）自由组合（2 分）

杂交组合 2 的 F_2 代中白花比例为 1/64，即 1/4（aa）×1/4（bb）×1/4（cc），由此说明该性状是由 3 对等位基因独立遗传控制（2 分）

（2）$R_1r_1R_2r_2R_3r_3$（2 分）

（3）① 为同一基因（1 分）　　连锁遗传 （1 分）

② 小麦穗发芽抗性还与其他基因有关 （2 分）

（4）（2 分）

