2026 北京房山高三（上）期末

生　　物

本试卷共 10 页，满分 100 分，考试时长 90 分钟。考生务必将答案填涂或书写在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将试卷和答题卡一并交回。

第一部分

一、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. 中国北方草原和农田的中华鼢鼠冬季会进入冬眠状态。下列叙述错误的是（　）

A. 冬眠期间机体主要依靠分解体内储存的脂肪供能

B. 冬眠前摄入大量糖类利于维持冬眠期的能量供应

C. 冬眠期间蛋白质合成显著增强以适应能量需求

D. 冬眠期间代谢率降低以减少能量消耗维持稳态

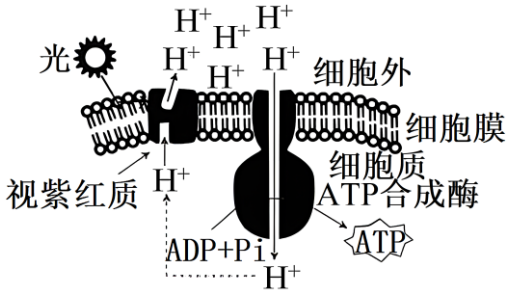
2. 下图为植物细胞两个重要的细胞器，相关叙述错误的是（　）



A. ①是光合作用的场所　　B. ②是蛋白质加工的场所

C. 都具有双层膜结构　　D. 都与有机物合成有关

3. 嗜盐厌氧菌的细胞膜上存在一种细菌视紫红质，吸收光能后空间结构改变，将 H^+运到细胞外，过程如下图。关于该过程的叙述错误的是（　）



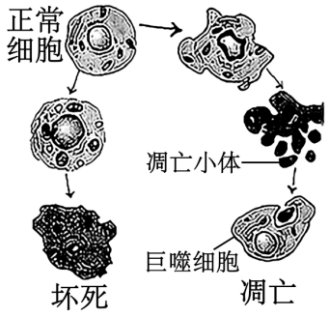
A. H^+进出嗜盐厌氧菌细胞的方式相同

B. 视紫红质功能异常细胞内的 pH 将降低

C. 视紫红质既能吸收光能又可转运 H^+

D. H^+浓度梯度可为 ATP 合成提供能量

4. 下图为细胞死亡过程，关于凋亡和坏死的相关叙述正确的是（　）



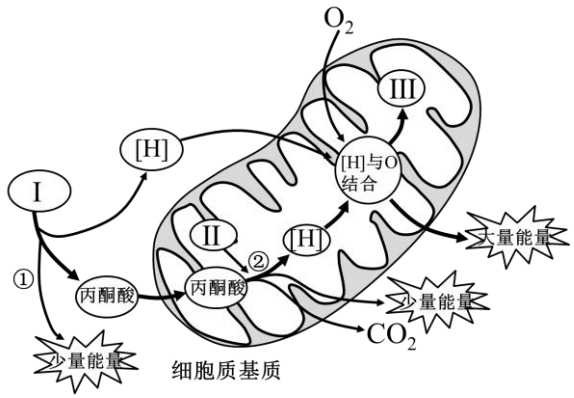
A. 均是基因调控的自动结束生命的过程

B. 死亡后均可被巨噬细胞吞噬清除

C. 均有利于维持机体内环境的稳态

D. 均只发生在衰老细胞中

5. 下图为有氧呼吸过程示意图，I、II、III 表示物质，①、②表示生理过程。下列叙述错误的是（　）



A. I 是葡萄糖，在细胞质基质中分解

B. ①和②均能产生[H]和 ATP

C. ②发生在线粒体基质中，产生 CO_2

D. 产物 III 中的氧原子来源于葡萄糖

6. 下图为鹅掌楸花粉母细胞减数分裂显微图像，下列叙述正确的是（　）



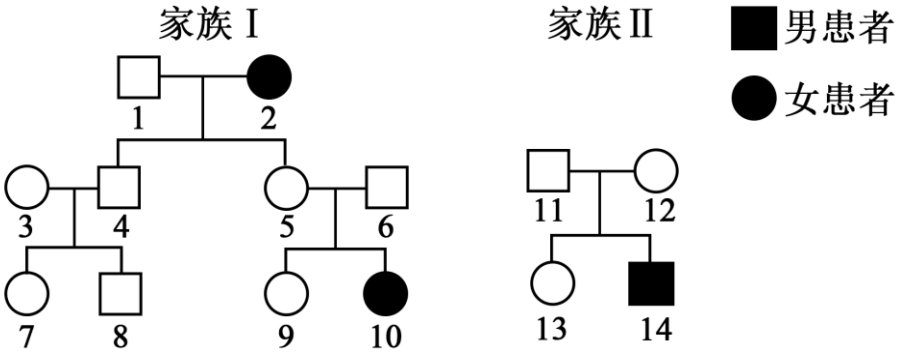
A. 细胞所处时期排序为⑤②④③①

B. ③所示细胞发生同源染色体分离

C. ②所示细胞姐妹染色单体已分开

D. ①结束后的染色体数目与⑤相同

7. 下图为某单基因遗传病的两个家族系谱图，3 号不携带此病致病基因。下列叙述正确的是（　）



A. 该病可能为 X 染色体隐性遗传病

B. 4 与 5 基因型相同的概率理论值为 100%

C. 8 号与 13 号生患病孩子的概率为 1/6

D. 据系谱图推测 9 号无需进行产前诊断

8. 虎、美洲豹等大型猫科动物肌肉富含快速收缩纤维，爆发力强但耐力差，形成了伏击而非长时追逐的捕食策略。下列有关其进化的叙述，正确的是（　）

A. 快速收缩纤维是为适应伏击需要而产生的定向变异

B. 自然选择保留了耐力更强的个体，使爆发力基因逐渐积累

C. 捕食者与猎物的相互选择驱动了双方运动能力的协同进化

D. 这种捕食策略是其祖先通过训练获得并遗传给后代的

9. 研究显示，吸烟可提高机体细胞 DNA 甲基化水平而影响基因表达。对比重度吸烟者和不吸烟者的精子情况，结果如下表，下列推断错误的是（　）

分组	重度吸烟者	不吸烟者
精子浓度（$\times10^{6}\cdot mL^{-1}$）	52.38	64.42
精子活力（%）	59.95	67.87
精子 DNA 甲基化水平（$ng\cdot\mu L^{-1}$）	8.2	4.1

A. 吸烟会导致精子数量和活力下降

B. 吸烟产生的影响会遗传给子代

C. 吸烟导致 DNA 甲基化使其碱基序列改变

D. 本研究为“吸烟有害健康”提供了证据

10. 流行性感冒（流感）是由流感病毒引起的急性呼吸道传染病。某人患流感康复后，对同型病毒的再次感染表现出较强的抵抗力。对这一现象解释正确的是（　）

A. 免疫细胞均在骨髓中成熟　　B. 免疫反应只针对外来病原体

C. 免疫系统发挥免疫自稳功能　　D. 免疫应答有特异性和记忆性

11. 国家公园体系的全面建设，为我国众多珍稀野生动植物构筑了一道坚实的生态屏障。下列叙述错误的是（　）

A. 保护区内珍稀物种种群增长不受环境限制

B. 不同国家公园的植被差异体现生态系统多样性

C. 国家公园体系建设实现了生物多样性的就地保护

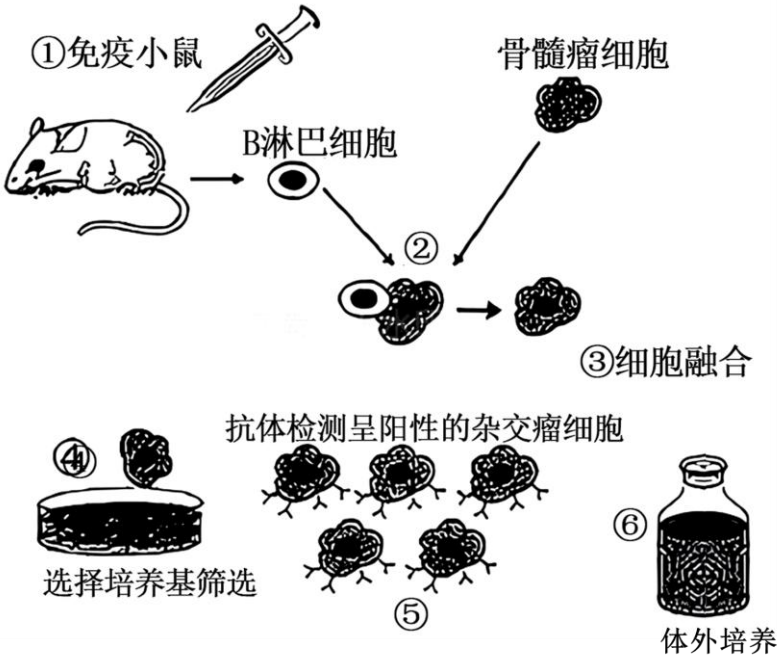
D. 保护生物多样性是合理利用而非禁止开发

12. 房山区在长沟、牛口峪等地建有湿地公园，其生态功能不包括（　）

A. 改变北京气候类型　　B. 调蓄洪水

C. 净化水质　　D. 提供栖息地

13. 下图为某同学设计的单克隆抗体制备流程示意图，下列叙述正确的是（　）



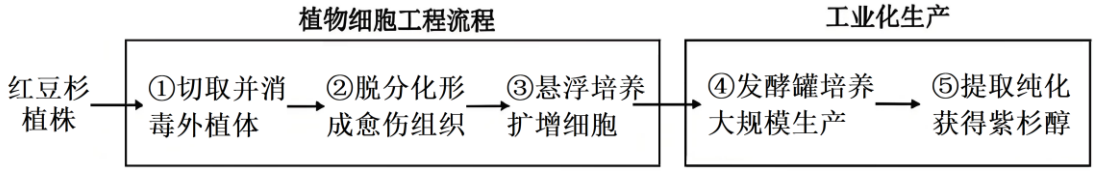
A. 步骤①注射抗体以激活小鼠的免疫细胞

B. 步骤③融合的过程利用了细胞膜选择透过性原理

C. 步骤④筛选出能产生特定抗体的杂交瘤细胞

D. 步骤⑤利用抗原抗体杂交法筛选出抗体阳性的细胞

14. 紫杉醇是从红豆杉中提取的抗癌物质。传统提取法破坏植株且产量低，现通过发酵罐培养红豆杉细胞来实现工业化生产，技术路线如下图。下列叙述错误的是（　）



A. ①需用纤维素酶和果胶酶处理

B. ②脱分化的实质是基因选择性表达

C. ③培养基中需添加适量生长素与细胞分裂素

D. 该技术可不受季节地域限制持续生产

15. 下列关于高中生物学相关实验的叙述，错误的是（　）

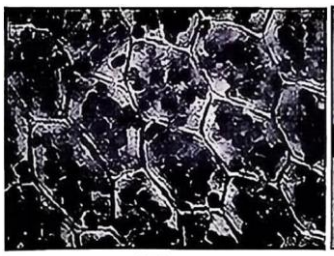


图 1

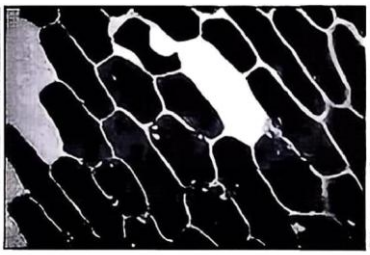


图 2

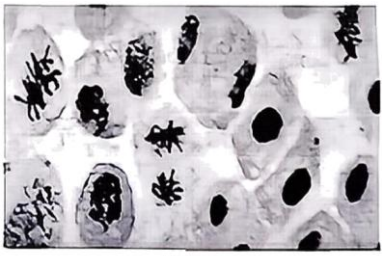


图 3



图4

A. 显微镜下可观察到图 1 中叶绿体流动速度和方向

B. 显微观察前需使用甲紫对图 2 中的液泡进行染色

C. 图 3 显示了根尖细胞有丝分裂各时期染色体形态

D. 图 4 呈现了叶绿体色素的分离情况及色素带分布

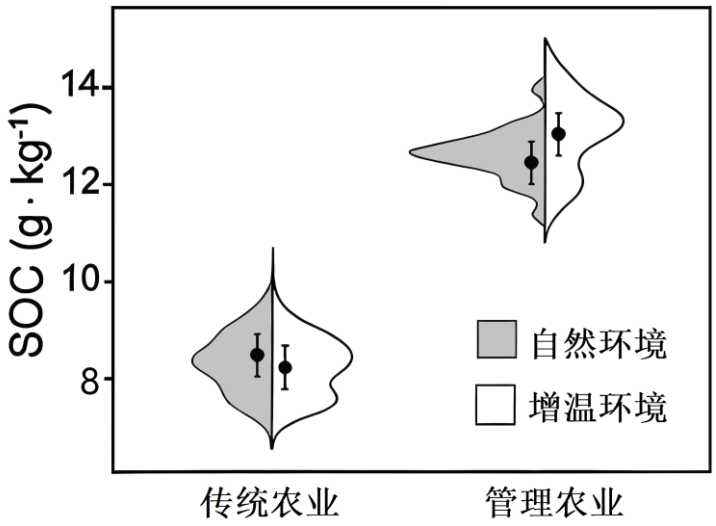
第二部分

二、本部分共 6 题，共 70 分。

16. 土壤中以微生物残体为主的稳定碳库称为土壤有机碳（SOC），科研人员拟通过优化农业管理方式来促进 SOC 积累以减缓温室效应。

（1）碳在_____与非生物环境之间主要以 CO_2 的形式进行循环。若 SOC 在短期内大量被分解产生 CO_2，则会加剧温室效应。

（2）科研人员欲研究管理农业和传统农业对土壤固碳的影响，测定土壤中的碳含量代表 SOC，结果如图所示。



管理农业：以“少扰动、多保留”为原则的可持续农业模式，核心是免耕+秸秆还田

传统农业：以“翻耕+清除残茬”为主的传统耕作模式，强调通过耕作改善土壤结构

①设置增温环境组的目的是_____

②科研人员认为管理农业模式较传统农业更利于 SOC 积累的依据是_____。

③进一步研究发现，该现象可能与微生物将同化的碳转化为自身生长的碳的效率（CUE）有关，以下关于CUE的叙述正确的是_____（多选）。

A．μ指微生物用于生长的碳量，R指呼吸消耗的碳量，则CUE=μ/（μ+R）

B．CUE越高，形成的微生物残体量越多，CUE与SOC呈正相关

C．土壤温度越高，土壤微生物呼吸相关酶活性越高，CUE越高

D．相较于传统农业，管理农业能够更好地降低微生物CUE

（3）管理农业的免耕模式有利于真菌菌丝的生长，真菌细胞壁富含不易被降解的几丁质，综上所述，选填下列选项，完善管理农业模式缓解温室效应的机制。_____

A. 植物地上部分生物量增加　　B. 吸收更多CO_2

C. 真菌残体增加土壤SOC　　D. 真菌生长、繁殖

17. 柴油在生产、运输过程中的泄漏会对土壤造成污染，有研究表明大豆和高粱对柴油污染的土壤有修复作用，研究人员开展了系列实验。

（1）科研人员将能分解柴油的柴油降解菌划分为原核生物，主要依据是_____。

（2）植物根系及微生物的生命活动使根部周围（根际）土壤的性质和组分发生改变。为研究高粱和大豆对柴油污染土壤的修复效果，对土壤中总异养微生物和柴油降解菌数量变化展开调查，步骤如下：

①分别采集植物根际土壤，加入无菌水充分摇匀，获取菌液。

②将①中获取的菌液_____后，接种到不同培养基上，置于恒温培养箱中_____培养。

③待菌落数稳定后进行计数，土壤中总异养微生物和柴油降解菌数量如表。

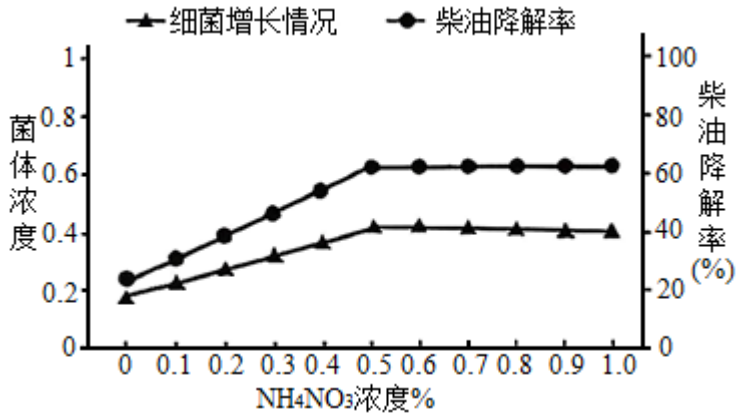
植物	柴油添加量（ml）	总异养微生物数量 $\times10^{10}$（CFU·g^{-1}）	柴油降解菌数量 $\times10^{5}$（CFU·g^{-1}）
高粱	0	2.00	6
	30	2.50	220
	150	4.20	412
	300	5.80	400
大豆	0	1.86	12
	30	2.80	250
	150	4.85	384
	300	6.60	410
未种植	30	3.00	75
	150	2.21	10

	300	1.08	5

请完善表中的实验方案_____。

据表可知，种植大豆和高粱_____。

（3）研究人员推测植物根际可能通过提供关键营养物质来促进柴油降解菌的活性。为验证这一推测，向培养基中添加不同浓度的硝酸铵（NH_4NO_3），结果如图。



根据表中数据可知更适合种植在柴油污染区的植物是_____，结合图中结果阐述理由。

18. 学习和记忆是大脑的高级功能，与海马体等区域密切相关。研究表明运动可改善海马体功能，提升认知能力。科研人员通过实验探究其机制。

（1）海马体产生的代谢废物经_____运输排出体外，实现内环境的稳态。

（2）研究人员将雄性小鼠分为未运动训练（CP）和运动训练（RP）组，取血浆分别输入到同窝出生的雄性小鼠体内，比较小鼠的记忆相对指数，实验过程和结果如图 1、图 2 所示。

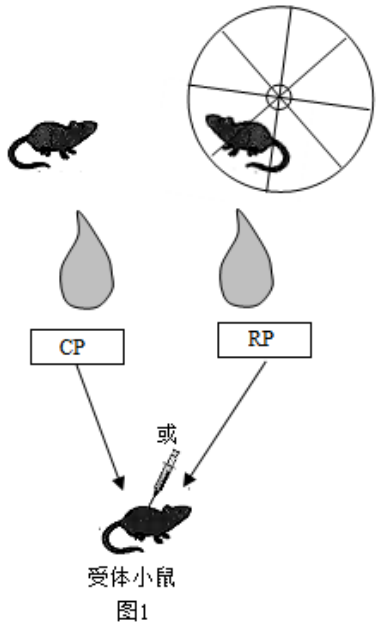


图1

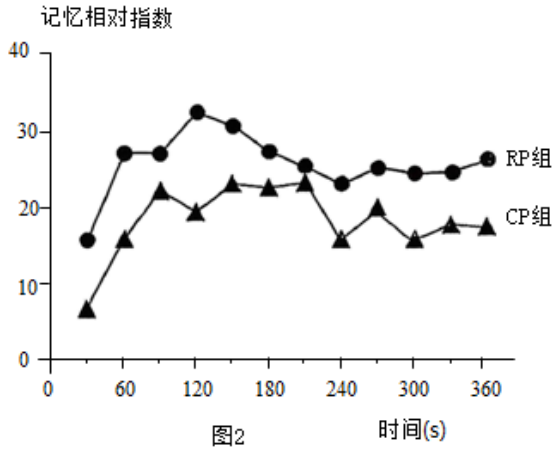


图2

①实验前，受体小鼠应_____（填“RP”或“CP”）处理。

②海马体有炎症会降低其学习记忆能力，C 蛋白在大脑学习记忆过程中发挥了重要作用。通过给小鼠注射脂多糖（LPS）诱导神经炎症进行实验，结果如图 3。

请根据实验结果推测，运动可提升记忆能力的原因是_____。为使该推测证据更充分，你认为还需检测_____。

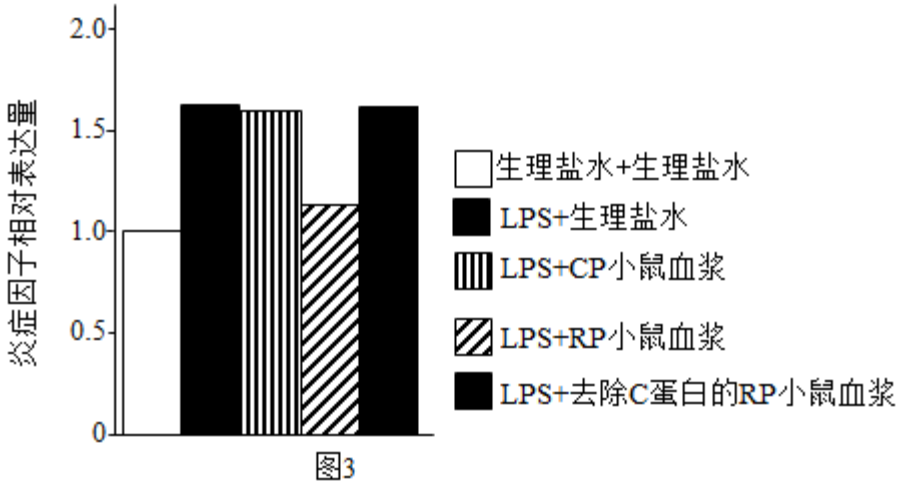


图3

（3）进一步研究发现，C 蛋白的受体 R8 在脑内皮细胞表面高表达，设计实验证明“C 蛋白通过 R8 发挥作用”，从①~⑤中选择实验组的相应组合并预期结果。_____

①野生型小鼠②R8 基因敲除小鼠③注射生理盐水④注射 C 蛋白⑤注射 LPS

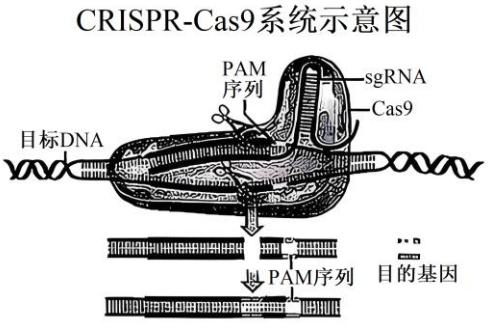
（4）C 蛋白主要由肝细胞和心肌细胞产生，有人认为 C 蛋白可能是某种新型激素，请评价此观点并写出理由。_____

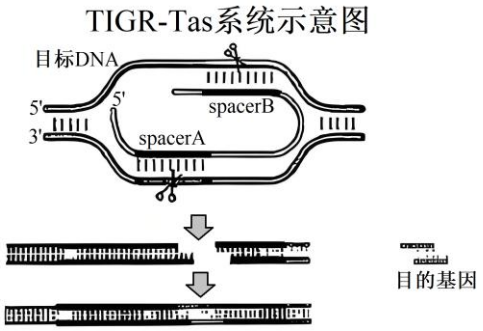
19. 学习以下材料，回答（1）~（4）题。

新型基因编辑系统—TIGR-Tas

基因编辑是一种能够直接对生物体的 DNA 序列进行精确修改的技术，它可以在特定位置切割 DNA，从而实现基因的敲除、修复或替换。

CRISPR-Cas9 技术是一种广为人知的基因组编辑系统，由 sgRNA 和 Cas9 核酸酶组成（左图）。研究人员依据需求设计 sgRNA 的碱基序列，使其能够特异性识别 DNA．Cas9 对 sgRNA 识别的 DNA 位点进行精准切割，敲除基因中部分碱基序列。然而，Cas9 蛋白的切割活性依赖于靶点附近存在特定的 PAM 序列，这一特点使得它无法在基因组任意位点进行编辑，在一定程度上限制了其应用。





TIGR-Tas 是一种 RNA 引导的新基因编辑系统，极大地拓展了可编辑的基因组位点。TIGR-Tas 主要由 TIGR 阵列和 TasR 蛋白组成。TIGR 阵列具有独特序列结构，可转录加工为 36 个核苷酸序列组成的向导 RNA（tigRNA），tigRNA 的两个短间隔区（spacer A/B）分别与目标 DNA 的两条链配对（下图）。在 tigRNA 引导下，两个 TasR 蛋白形成对称的 TasR 二聚体，通过“楔形环”插入将靶 DNA 弯曲180°，使目

标 DNA 暴露在外部后精确切割 DNA 双链，实现目的基因的精准插入。TIGR 阵列具有短重复序列，极大降低了它与细胞内其他 DNA 发生错误片段交换的概率，从而保证了其结构的稳定性。

将 TIGR-Tas 导入人类细胞后，成功地对多个位点实现 DNA 切割。目前 tigRNA 作用机制尚未完全明确。研究者下一步计划通过蛋白质工程优化活性，并探索其与 CRISPR 的协同应用。

（1）CRISPR-Cas9 的功能类似于基因工程中常用的_____酶，能够切割 DNA 相邻核苷酸间的_____键。

（2）据图可知，与 CRISPR-Cas9 系统相比，TIGR-Tas 系统使目的基因的插入更广泛的主要原因是_____。

（3）比较分析 CRISPR-Cas9 系统与 TIGR-Tas 系统，下列说法错误的有_____（多选）。

A. 均需在 PAM 序列附近进行基因编辑

B. 均由向导 RNA 和效应蛋白共同发挥作用

C. 向导 RNA 均通过碱基互补配对识别 DNA

D. 二者的效应蛋白均需形成蛋白二聚体才能切割 DNA

（4）有研究表明，B2M 基因编码的蛋白与免疫细胞识别相关；CD47 蛋白是位于细胞表面的跨膜蛋白，能与巨噬细胞表面的受体结合，抑制巨噬细胞活性。基于此，请写出利用 TIGR-Tas 等生物技术改造细胞，降低器官或细胞移植后出现“免疫排斥反应”的方法。_____

20. 小麦是全球重要的粮食作物，高温会导致减产。研究发现施加谷胱甘肽（GSH）可缓解该现象。

（1）叶绿体中光合色素将吸收的光能用于水分解为_____（或氧气）和 H^+，进一步形成 NADPH，和 ATP 共同参与暗反应中_____的还原。

（2）高温导致 H_2O_2 等活性氧增加，攻击破坏膜结构。研究人员检测不同处理下小麦幼苗的生理指标，结果如图 1。

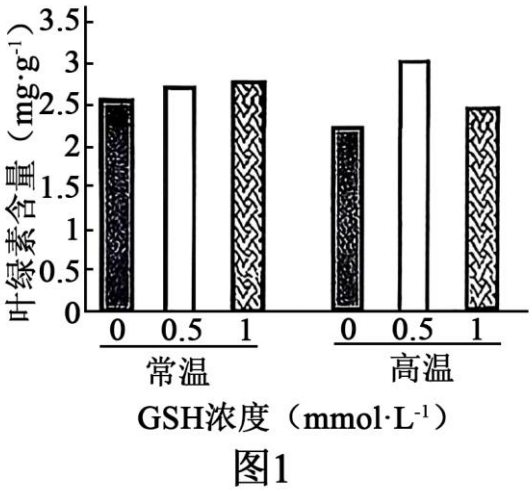


图1

①根据实验结果推测，高温破坏_____（结构），导致_____含量变化，降低光反应。

②由实验结果可知，施加_____$mmol·L^{-1}$GSH 对缓解高温胁迫效果最佳。

（3）ASA-GSH 循环是植物清除活性氧、维持氧化还原反应动态平衡的关键途径，如图 2。

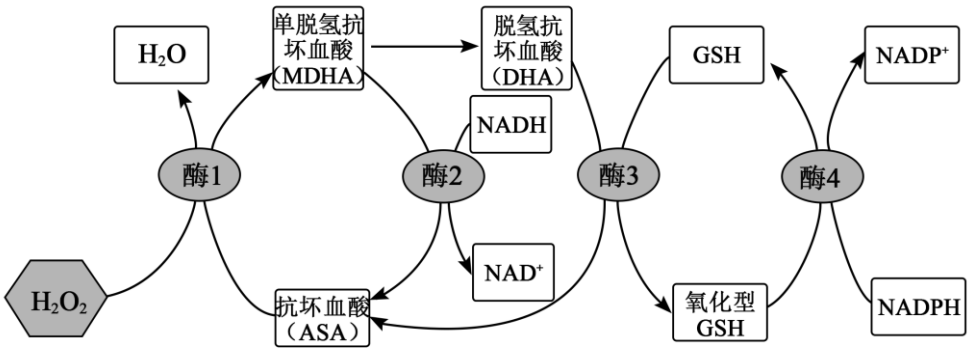


图2

概括说明施加外源 GSH 可缓解高温导致植物减产的原因。（在方框中以文字和箭头的形式作答。）_____

21. 水稻杂交后代具有高产等杂种优势，科研人员欲利用花药发育不良、花粉败育的雄性不育系培育杂交种。

（1）研究人员在野外发现一株稳定遗传的细胞核雄性不育突变体，基因型记作 rr，将该突变体与野生型可育水稻杂交，F_1 均表现可育，F_1 自交得到的 F_2 中雄性不育株占_____，F_2 可育植株中，自交后代不会出现性状分离的个体占_____。

（2）传统育种时，用三系法保持水稻的雄性不育系。下表为三系水稻的基因型及育性。

三系水稻	保持系	不育系	恢复系
基因型	N（rr）	S（rr）	N（RR）、S（RR）
育性	可育	不育	可育

注：N-质可育基因，R-核可育基因，S-质不育基因

①三系法杂交稻育种中，雄性不育株作为_____（填“父本”或“母本”）与恢复系水稻杂交得到可育的杂种 F_1 用于大田生产。

②写出繁育雄性不育系的杂交过程。_____

（3）现有可育的优良品系甲和乙，可用于生产杂交水稻。为简化育种过程，研发了 Bn-Bs 核基因雄性不育系统。其中核糖核酸酶基因（Bn）表达产物可以水解 RNA，Bs 基因表达的产物能特异性抑制 Bn 蛋白的活性。为利用 Bn-Bs 系统制备转基因的甲品系植株，设计出图 1 所示的表达载体。

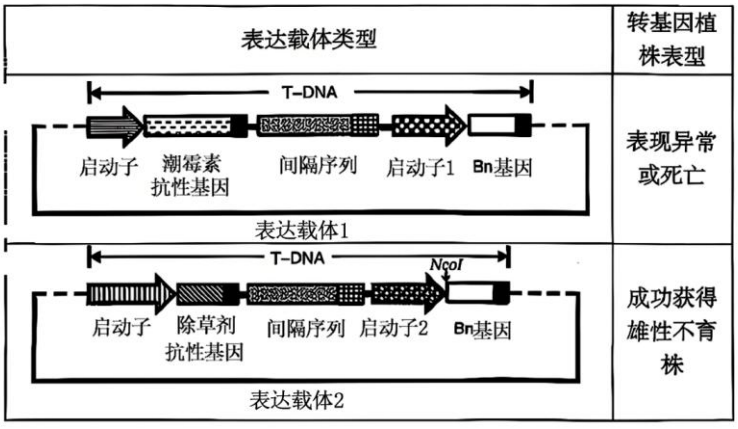


图1

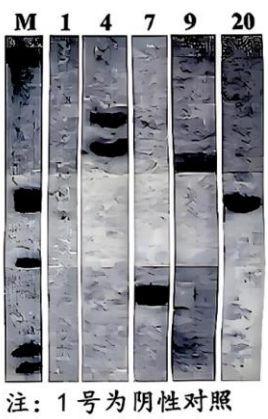


图2

注：启动子 1 在植物体所有细胞中都能持续、稳定地启动连接基因表达。

①结合转基因植株表型分析，启动子 2 应为_____启动子，从而获得雄性不育株。

②T-DNA 在染色体上是随机插入的，研究人员使用 NcoI酶对转基因植株的基因组 DNA 进行酶切、电泳，以 Bn 基因作探针进行 DNA 分子杂交，结果如图 2。由此判断，_____号植株为单基因插入，是育种的理想品系（甲-Bn）。

③利用表达载体 2 将 Bs 基因定点整合到乙品系（与甲品系 Bn 基因位点相同）中，获得纯合的乙-Bs。研究人员利用 Bn-Bs 系统制备具有杂种优势的杂合种子，如下表所示。

<table>
<tr><td rowspan="2">阶段一</td><td colspan="2">阶段二</td><td rowspan="2">阶段三</td></tr>
<tr><td>方法一</td><td>方法二</td></tr>
<tr><td rowspan="3">甲-Bn×甲
↓
F_1</td><td>将 F_1 种成母本行，将乙-Bs 种成父本行</td><td>F_1 与乙-Bs 混种</td><td rowspan="3">将获得的种子用于大田生产</td></tr>
<tr><td colspan="2">幼苗长出后喷洒除草剂</td></tr>
<tr><td>分行收取种子</td><td>从所有植株上收取种子</td></tr>
</table>

科研人员选择_____中的种子用于阶段三大田生产，理由是_____。

参考答案

第一部分

一、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	C	C	A	B	D	B	B	C	C	D	A	A	D	A	B

第二部分

二、本部分共 6 题，共 70 分。

16.【答案】（1）生物群落

（2） ①. 模拟全球变暖的环境条件，探究增温对不同农业模式下 SOC 积累的影响（或探究温度对土壤固碳的影响） ②. 无论是自然环境还是增温环境，管理农业组的 SOC 含量均显著高于传统农业组 ③. AB

（3）CD

【分析】该研究的自变量为农业管理方式和环境条件，因变量为 SOC 的大小，据结果可知，管理农业在自然环境和增温环境下，SOC 均大于传统农业，SOC 越大，土壤中的有机碳越多，大气中的 CO_2 将会减少，进而缓解温室效应。

【小问 1 详解】

生态系统的碳循环是在生物群落和无机环境之间进行，生物群落与无机环境之间的碳循环以 CO_2 的形式进行，生物群落内部则以含碳有机物形式传递。

【小问 2 详解】

增温环境是模拟温室效应带来的气温升高，目的是分析该条件下两种农业模式的固碳效果差异，让实验更贴合实际气候变化背景。从图表中能直接看出，管理农业的 SOC 数值远高于传统农业，且两种环境下均呈现该规律，说明管理农业模式较传统农业更利于 SOC 积累。

A、μ 指微生物用于生长的碳量，R 指呼吸消耗的碳量，μ+R 指微生物同化的碳量，则微生物将同化的碳转化为自身生长的碳的效率（CUE）=μ/（μ+R），A 正确；

B、CUE 越高，微生物用于生长的碳越多，残体越多，SOC 积累越多，B 正确；

C、土壤温度越高，土壤微生物呼吸相关酶活性越高，则呼吸消耗碳增多，CUE 会降低，另外土壤温度越高，可能土壤微生物呼吸相关酶活性会下降，C 错误；

D、管理农业通过秸秆还田等措施有利于微生物生长繁殖，更利于 SOC 积累，说明其 CUE 更高，而非更低，D 错误。

故选 AB。

【小问 3 详解】

管理农业模式有利于真菌菌丝的生长、繁殖，真菌细胞壁富含不易被降解的几丁质，真菌死亡后，残体中几丁质不易降解，增加土壤有机碳（SOC），减少了大气中的 CO_2，缓解温室效应，故可以通过 CD 选项对管理农业模式缓解温室效应进行阐述。

故选 CD。

17.【答案】（1）该柴油降解菌无以核膜为界限的细胞核（无成形的细胞核）

（2） ①. 梯度稀释 ②. 倒置 ③. 需要再增设一组：未种植组需要设置柴油添加量为 0mL 的对照组 ④. 能显著增加土壤中总异养微生物和柴油降解菌的数量，且在一定范围内，随柴油添加量增加，异养微生物和柴油降解菌的数量呈上升趋势，体现了植物对柴油污染土壤的修复作用

（3） ①. 大豆 ②. 从表格数据看，相同柴油添加量下，大豆根际土壤中的总异养微生物和柴油降解菌数量均高于高粱，说明大豆对柴油降解菌的增殖促进作用更强；从曲线图看，硝酸铵浓度升高时，柴油降解率和细菌增长情况均有一定程度的上升，可能是大豆根际存在固氮微生物，能为柴油降解菌提供更充足的氮源类营养物质，使柴油降解菌的数量和活性更高，柴油降解效率也更强，因此大豆更适合种植在柴油污染区

【分析】分析表格可知，自变量为是否种植植物，种植的植物类型以及柴油添加量，因变量为总异养微生物和柴油降解菌的数量，在柴油添加量一定时，高粱组和大豆组的总异养微生物和柴油降解菌的数量均比未种植组大，说明种植植物可以提高总异养微生物和柴油降解菌的数量，进而降解柴油，达到修复土壤的作用。分析曲线图可知，自变量为硝酸铵浓度，因变量为细菌增长情况和柴油降解率，在一定范围内，随着硝酸铵浓度的增加，菌体浓度变大，柴油降解率提高，说明硝酸铵可以为柴油降解菌提供关键营养物质，促进柴油降解菌的活性，进而达到降解柴油的作用。

【小问 1 详解】

原核生物与真核生物的核心区别是是否具有核膜包被的细胞核，细菌类的柴油降解菌属于原核生物，无成形细胞核。

【小问 2 详解】

梯度稀释能让菌液浓度降低，接种后容易形成单菌落，便于计数；倒置培养可防止培养皿盖上的冷凝水滴落污染培养基。高粱、大豆均设置 0、30、150、300 mL 四种柴油添加量作对照，为遵循单一变量原则，未种植组也需要设置 0、30、150、300 mL 四种柴油添加量作对照。在相同柴油添加量的情况下，高粱组、大豆组与未种植组相比，总异养微生物和柴油降解菌的数量均明显增加，且在一定范围内，随柴油添加量增加，异养微生物和柴油降解菌的数量呈上升趋势，体现了植物对柴油污染土壤的修复作用。

【小问 3 详解】

从表格数据看，相同柴油添加量下，大豆根际土壤中的总异养微生物和柴油降解菌数量均高于高粱，说明大豆对柴油降解菌的增殖促进作用更强；从曲线图看，硝酸铵浓度升高时，柴油降解率和细菌增长情况均有一定程度的上升，可能是大豆根际存在固氮微生物，能为柴油降解菌提供更充足的氮源类营养物质，使柴油降解菌的数量和活性更高，柴油降解效率也更强，因此大豆更适合种植在柴油污染区。

18.【答案】（1）循环系统

（2） ①. CP ②. 运动（训练）可使小鼠血浆中 C 蛋白含量增加，C 蛋白可降低海马体的炎症反应，从而提升记忆能力 ③. RP 组与 CP 组小鼠血浆中 C 蛋白的含量

（3）实验组：②④⑤；预期结果：实验组小鼠神经炎症水平无明显降低，对照组小鼠神经炎症水平降低

（4）该观点有一定合理性，C 蛋白符合激素的部分特点，如由特定细胞产生，可通过体液运输发挥作用

【分析】学习和记忆涉及脑内神经递质的作用以及某些种类蛋白质的合成。短时记忆可能与神经元之间即时的信息交流有关，尤其是与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关。长时记忆可能与突触形态及功能的改变以及新突触的建立有关。关于学习和记忆更深层次的奥秘，仍然有待科学家进一步探索。

【小问 1 详解】

内环境中代谢废物的排出需要通过循环系统运输到相应器官，再排出体外，所以海马体产生的代谢废物经循环系统运输排出体外，实现内环境的稳态。

【小问 2 详解】

①为了对比输入不同血浆（来自未运动训练和运动训练的小鼠）对受体小鼠记忆的影响，实验前受体小鼠应未经过运动训练处理，即“CP”处理。

②由图 3 可知，与“LPS+生理盐水”组相比，“LPS+RP 小鼠血浆”组炎症因子相对表达量更低，而“LPS+去除 C 蛋白的 RP 小鼠血浆”组炎症因子相对表达量又升高。结合海马体有炎症会降低学习记忆能力，C 蛋白在大脑学习记忆过程中发挥重要作用，可推测运动可提升记忆能力的原因是运动（训练）可使小鼠血浆中 C 蛋白含量增加，C 蛋白可降低海马体的炎症反应，从而提升记忆能力。为使该推测证据更充分，还需检测 CP 组和 RP 组小鼠血浆中 C 蛋白的含量。

【小问 3 详解】

要证明“C 蛋白通过 R8 发挥作用”，可设置对照实验。实验组为：给 R8 基因敲除小鼠（②）注射 C 蛋白（④）和 LPS（⑤）；对照组为：给野生型小鼠（①）注射 C 蛋白（④）和 LPS（⑤）。预期结果为：实验组小鼠神经炎症水平无明显降低，对照组小鼠神经炎症水平降低。因为如果 C 蛋白通过 R8 发挥作用，那么 R8 基因敲除小鼠中由于没有 R8，C 蛋白无法发挥降低神经炎症水平的作用，而野生型小鼠中有 R8，C 蛋白可以正常发挥作用。

【小问 4 详解】

激素是由内分泌器官或细胞分泌的化学物质，通过体液运输作用于靶细胞、靶器官。因为 C 蛋白主要由肝细胞和心肌细胞产生，符合激素由特定细胞分泌的特点，且需通过体液运输，所以该观点有一定合理性，C 蛋白符合激素的部分特点，如由特定细胞产生，可通过体液运输发挥作用。

19.【答案】（1） ①. 限制 ②. 磷酸二酯

（2）CRISPR-Cas9 依赖靶点附近存在特定的 PAM 序列才能进行基因编辑，而 TIGR-Tas 系统不受 PAM 序列限制，且 TIGR 阵列转录加工成的 tigRNA 可通过两个短间隔区与目标 DNA 两条链配对，极大拓展了可编辑的基因组位点 （3）AD

（4）利用 TIGR-Tas 技术敲除细胞中的 B2M 基因，降低免疫细胞对移植细胞的识别；同时在移植器官或细胞中插入 CD47 基因或增强 CD47 基因的表达，增加细胞表面的 CD47 蛋白，抑制巨噬细胞活性，从而降低免疫排斥反应。

【分析】基因工程技术的基本步骤包括目的基因的获取；基因表达载体的构建；将目的基因导入受体细胞；目的基因的检测与鉴定。

【小问 1 详解】

基因工程中常用限制酶来切割 DNA，限制酶能够切割 DNA 相邻核苷酸间的磷酸二酯键，CRISPR-Cas9 的

功能与限制酶类似。

【小问 2 详解】

CRISPR−Cas9 系统中 Cas9 蛋白的切割活性依赖于靶点附近存在特定的 PAM 序列，这限制了其编辑位点；而 TIGR−Tas 系统不依赖 PAM 序列，且 TIGR 阵列能转录加工成的 tigRNA 可通过两个短间隔区与目标 DNA 两条链配对，极大拓展了可编辑的基因组位点，所以使目的基因的插入更广泛。

【小问 3 详解】

A、CRISPR-Cas9 系统需在 PAM 序列附近进行基因编辑，而 TIGR-Tas 系统无此要求，A 错误；

B、CRISPR−Cas9 由 sgRNA 和 Cas9 核酸酶组成，TIGR−Tas 由 TIGR 阵列和 TasR 蛋白组成，TIGR 阵列具有独特序列结构，可转录加工为 36 个核苷酸序列组成的向导 RNA（tigRNA），二者均由向导 RNA 和效应蛋白共同发挥作用，B 正确；

C、CRISPR-Cas9 系统中 sgRNA、TIGR-Tas 系统中 tigRNA 均通过碱基互补配对识别 DNA，C 正确；

D、Cas9 是单个蛋白发挥作用，TasR 蛋白需形成二聚体，并非二者的效应蛋白均需形成蛋白二聚体才能切割 DNA，D 错误。

故选 AD。

【小问 4 详解】

由于 B2M 基因编码的蛋白与免疫细胞识别相关；CD47 蛋白是位于细胞表面的跨膜蛋白，能与巨噬细胞表面的受体结合，抑制巨噬细胞活性。所以为了降低器官或细胞移植后出现“免疫排斥反应”，可以利用 TIGR−Tas 技术敲除细胞中的 B2M 基因，降低免疫细胞对移植细胞的识别；同时在移植器官或细胞中插入 CD47 基因或增强 CD47 基因的表达，增加细胞表面的 CD47 蛋白，抑制巨噬细胞活性，从而降低免疫排斥反应。

20.【答案】（1） ①. O_2 ②. C_3

（2） ①. 叶绿体的类囊体薄膜 ②. 叶绿素 ③. 0.5

（3）施加外源 GSH→参与 ASA−GSH 循环→促进 H_2O_2 清除，维持氧化还原反应动态平衡→缓解高温对植物的伤害→减少植物减产

【分析】光合作用包括光反应和暗反应两个阶段：光反应发生场所在叶绿体的类囊体薄膜上，色素吸收光能、传递光能，并将一部分光能用于水的光解生成 NADPH 和氧气，另一部分光能用于合成 ATP；暗反应发生场所是叶绿体基质中，首先发生二氧化碳的固定，即二氧化碳和五碳化合物结合形成两分子的三碳化合物，三碳化合物在光反应产生的 NADPH 和 ATP 的作用下被还原，进而合成有机物。

【小问 1 详解】

叶绿体中光合色素将吸收的光能用于水分解产生 O_2 和 H^+，H^+进一步形成 NADPH，NADPH 和 ATP 共同参与暗反应中 C_3 的还原。

【小问 2 详解】

①根据实验结果，高温下叶绿素含量降低，推测高温破坏类囊体薄膜，因为类囊体薄膜是光反应的场所，其被破坏会导致叶绿素含量变化，进而降低光反应。

②从图 1 可知，施加 0.5mmol·L^{-1} 的 GSH 时，高温下叶绿素含量相对较高，所以施加 0.5mmol·L^{-1}GSH 对

缓解高温胁迫效果最佳。

【小问 3 详解】

由 ASA-GSH 循环图可知，施加 GSH 参与循环可清除活性氧，减少活性氧对膜结构的破坏，维持细胞正常状态，从而缓解高温导致植物减产，具体途径为施加外源 GSH→参与 ASA-GSH 循环→促进 H_2O_2 清除，维持氧化还原反应动态平衡→缓解高温对植物的伤害→减少植物减产

21.【答案】（1） ①. 1/4 ②. 1/3

（2） ①. 母本 ②. 用保持系 N（rr）作父本，雄性不育系 S（rr）作母本进行杂交，得到雄性不育系 S（rr）

（3） ①. 花药特异性（或雄性组织特异性） ②. 7 ③. 方法一母本行 ④. 方法一幼苗长出后喷洒除草剂，F_1 母本行中只有含 Bn 的个体存活，且雄性不育只能作为母本，接受乙-Bs 的花粉结的种子全部为杂合子 Bn-Bs 且可育，所以可用于阶段三大田生产，而方法一父本行可以自花传粉，所结种子全部为乙-Bs 纯合子，方法二由于是混种且从所有植株上收取种子，种子中既有 Bn-Bs 也有乙-Bs 纯合子

【分析】分析题干信息可知：雄性的育性由细胞核基因和细胞质基因共同控制，基因型包括：N（RR）、N（Rr）、N（rr）、S（RR）、S（Rr）、S（rr）。其中 R 和 N 为可育基因，r 和 S 为不育基因；只有当核、质中均为不育基因时才表现为不育，故只有 S（rr）表现雄性不育，其它均为可育，即只要存在可育基因，就表现为可育。

【小问 1 详解】

野生型（RR）和突变体（rr）杂交，F_1 为 Rr，自交 F_2 中 RR：Rr：rr=1：2：1，所以雄性不育植株占 1/4，F_2 可育植株基因型为 RR 和 Rr，其中 RR 自交后代不会出现性状分离，RR 在可育植株中占比为 1/3。

【小问 2 详解】

雄性不育株不能产生可育花粉，所以作为母本与恢复系水稻杂交得到可育的杂种 F_1 用于大田生产。培育雄性不育系的杂交过程：用保持系 N(rr) 作父本，雄性不育系 S(rr) 作母本进行杂交，后代基因型为 S(rr)，即得到雄性不育系。

【小问 3 详解】

①要获得雄性不育株，需要 Bn 基因在特定部位（雄性生殖细胞相关部位）表达，水解 RNA，而不是在植物体所有细胞中持续、稳定表达（否则会导致植株表现异常或死亡），所以启动子应为花药特异性（或雄性组织特异性）启动子，这样 Bn 基因只在花粉中表达，使花粉败育，从而获得雄性不育株。

②T-DNA 是随机插入基因组的。若为单拷贝插入，经 NcoI 酶切后，产生较短的 Bn 基因，电泳后位置靠前；若为多拷贝插入，则可能产生多条带。图 2 中具有一个条带的有 7、9、20，而 7 号的条带靠前，所以 7 号为 Bn 单基因插入。

③由于方法一幼苗长出后喷洒除草剂，F_1 母本行中只有含 Bn 的个体存活，且雄性不育只能作为母本，接受乙-Bs 的花粉结的种子全部为杂合子 Bn-Bs 且可育，所以可用于阶段三大田生产，而方法一父本行可以自花传粉，所结种子全部为乙-Bs 纯合子，方法二由于是混种且从所有植株上收取种子，种子中既有 Bn-Bs 也有乙-Bs 纯合子。所以科研人员选择方法一母本行中的种子用于阶段三大田生产。