

生物部分

专题 1 细胞代谢

刷类型 1 细胞代谢的基础

题组 1

1. (1) 细胞膜、核膜、细胞器膜 具有选择透过性

(2) 核糖体 内质网、高尔基体

(3) 水分子进入植物根细胞的方式为被动运输, 不需要消耗细胞内化学反应所释放的能量

【解析】(1) 细胞的生物膜系统包括细胞膜、细胞器膜和核膜等, 生物膜系统能够控制物质进出, 因此其功能特点表现为具有选择透过性。

(2) 细胞外的水可以通过水通道蛋白进入植物的根细胞, 水通道蛋白是一种转运蛋白, 而核糖体是合成蛋白质的场所, 因此水通道蛋白在核糖体上开始合成, 由于水通道蛋白在细胞膜上起作用, 故还需再由内质网和高尔基体加工后以囊泡的形式转运到细胞膜发挥作用。

(3) 在有呼吸抑制剂的条件下, 细胞呼吸虽然受到抑制, 影响了细胞中能量的供应, 但水分子进入植物根细胞的方式为被动运输, 不需要消耗细胞内化学反应所释放的能量, 因而根细胞对水的吸收速率不变。

2. (1) 吸能 越多

(2) 将等量待测生活饮用水加入含有等量的荧光素、荧光素酶、一系列等浓度梯度 Mg^{2+} 的密封管内, 振荡后用 ATP 荧光检测仪测得荧光值

(3) 不能 病毒自身不能合成 ATP, 其生命活动所需的能量来源于宿主细胞

【解析】(1) 荧光素酶催化荧光素和氧气的反应需要能量, 故荧光素被氧化的过程是吸能反应; 由于 ATP 广泛存在于微生物细胞中, 且在一定生理时期内含量较为稳定, 故 ATP 荧光检测仪测得的荧光值越大, 说明 ATP 越多, 即说明取样水中的细菌数量越多。

(2) 为确定 Mg^{2+} 的最适浓度, 设计相关实验的自变量应为 Mg^{2+} 的浓度, 因变量为荧光的强度, 实验思路为: 将等量待测生活饮用水加入含有等量的荧光素、荧光素酶、一系列等浓度梯度 Mg^{2+} 的密封管内, 振荡后用 ATP 荧光检测仪测得荧光值。

(3) 由于病毒不能合成 ATP, 其生命活动所需的能量来源于宿主细胞, 故该技术不能用于检测生活饮用水中的病毒含量。

3. (1) 相同

- (2) 使用 ATP 抑制剂处理导致 ATP 合成量减少, 排出 H^+ 量减少, 膜内外 H^+ 浓度梯度降低, 使得转运蛋白 C 排出 Na^+ 量减少
- (3) 抑制转运蛋白 A 胞外 Na^+ 与受体结合, 促进胞内 H_2O_2 浓度上升
- (4) 增施钙肥

题图解读

H^+ 泵出细胞的过程中需要 H^+ 泵协助并消耗能量, 属于主动运输; 膜外 H^+ 顺浓度梯度经转运蛋白 C 流入胞内的过程不需要消耗能量, 属于协助扩散; 由题干可知, 在盐胁迫下, 盐化土壤中大量 Na^+ 会不需能量迅速流入细胞形成胁迫, 即顺浓度梯度运输, Na^+ 进入细胞时需要转运蛋白协助, 故其运输方式是协助扩散。

【解析】(1) 由题图解读可知, Na^+ 进入细胞的方式与 H^+ 进入细胞的方式相同。

(2) 若使用 ATP 抑制剂处理细胞, 使细胞中 ATP 合成量减少, 排出 H^+ 量减少, 膜内外 H^+ 浓度梯度降低, 使得转运蛋白 C 排出 Na^+ 量减少。

(3) 据图分析可知, Ca^{2+} 调控植物抗盐胁迫有两条途径: 胞外 Ca^{2+} 抑制转运蛋白 A 转运 Na^+ 进入细胞内; 抑制 Na^+ 转运进入胞内, 从而使胞外 Na^+ 更多地与受体结合, 使胞内 H_2O_2 浓度上升, 促进转运蛋白 B 将 Ca^{2+} 转运入细胞内, 从而促进转运蛋白 C 将 Na^+ 转运出细胞。通过减少 Na^+ 进入、增加 Na^+ 排出从而降低细胞内 Na^+ 浓度, 来抵抗盐胁迫。

(4) 根据植物抗盐胁迫的机制, 提出农业上促进盐化土壤中耐盐作物增产的措施: 增施钙肥。

题组 2

1. (1) 没有

- (2) 植物叶片细胞的细胞液与外界溶液存在浓度差时会发生渗透吸水或失水现象 蓝色小液滴的移动情况 1
- (3) 操作: 替换不同浓度的蔗糖溶液, 重复以上实验。结果分析: 当获得第三种预期结果的时候, 对应的蔗糖溶液浓度即为该植物叶片细胞的细胞液浓度

【解析】(1) 在第一种情况中, 蓝色小液滴下沉, 1 号试管中溶液浓度上升, 说明 1 号试管中的植物细胞吸水, 没有发生质壁分离。

(2) 设计该实验的原理是植物叶片细胞的细胞液与外界溶液存在浓度差时会发生渗透吸水或失水现象, 可通过蓝色小液滴的移动情况判断溶液浓度的变化情况。实验组是 1 号试管, 植物叶片细胞吸水或失水使溶液浓度改变, 对照组是 2 号试管, 没有加入小圆叶片。

(3) 仅靠题述的一组实验不一定能确定该植物叶片细胞的细



胞液浓度,还需要增加一定的操作才能达到“测定该植物叶片细胞的细胞液浓度”的目的。具体操作和结果分析见答案。

2. (1) 已分化 上皮细胞在形态、结构和生理功能上发生了稳定性差异(或上皮细胞的功能已专门化或上皮细胞与其他细胞的结构和功能不同)

(2) 载体蛋白 葡萄糖浓度差

(3) 非特异性 细胞凋亡

【解析】(1) 细胞分化的结果是使细胞趋向于专门化,实质是基因的选择性表达,由于上皮细胞在形态、结构和生理功能上发生了稳定性差异(或上皮细胞的功能已专门化或上皮细胞与其他细胞的结构和功能不同),故上皮细胞是已分化的细胞。

(2) 小肠上皮细胞吸收葡萄糖为主动运输,需要载体蛋白的协助,小肠上皮细胞面向肠腔侧形成很多微绒毛,增大了小肠上皮细胞膜的面积,细胞膜上载体蛋白的数量也增多,有利于吸收肠腔的葡萄糖等物质。小肠上皮细胞中的葡萄糖浓度比血液中的高,葡萄糖由上皮细胞进入血液,是由高浓度向低浓度运输,属于被动运输,被动运输的动力一般为浓度差,故葡萄糖由上皮细胞进入血液的动力来自葡萄糖浓度差。

(3) 呼吸道黏膜属于人体的第一道防线,属于非特异性免疫的基础,因此春、冬季节易发生呼吸道感染,使呼吸道黏膜受损,导致人体的非特异性免疫能力降低。人体的免疫细胞与被感染的呼吸道上皮细胞密切接触,使细胞裂解死亡,这属于受基因控制的程序性死亡,为细胞凋亡。

3. (1) 磷脂双分子层 选择透过性

(2) $A-P \sim P \sim P$ 催化和运输

(3) 膜外浓度高于膜内 协同转运蛋白

(4) 光照的强弱、光的颜色(或波长)、光驱动泵的多少

【解析】(1) 细胞膜的基本支架是磷脂双分子层;主动运输过程体现的细胞膜功能特性是选择透过性。

(2) ATP 的结构简式为 $A-P \sim P \sim P$;ATP 驱动泵既有 ATP 酶的功能,又有转运蛋白的功能,体现了细胞膜上的蛋白质具有催化和运输功能。

(3) 由于 Na^+ 的电化学梯度可为葡萄糖的转运提供能量,推测 Na^+ 从细胞外流入细胞内是顺浓度梯度的,该方式属于主动运输中的协同转运蛋白类型的主动运输。

(4) 光驱动泵的能量来源是光能,因此影响细菌细胞通过光驱动泵吸收氯离子速率的因素有光照的强弱、光的颜色(或波长)、光驱动泵(载体蛋白)的多少等。

4. (1) 蛋白质

(2) 温度和铜离子浓度 降低 40~60 在不加入铜离子(或铜离子浓度一定)的情况下,在温度为 40~60℃ 范围



内设置更小的温度梯度进行实验,测定尿素的分解速率

(3)核糖体 (幽门螺杆菌会产生脲酶,)脲酶能将尿素分解成 NH_3 和 $^{13}\text{CO}_2$, 如果检测到被测者呼出的气体中含有 $^{13}\text{CO}_2$, 则说明被测者被幽门螺杆菌感染

【解析】(1) 萨姆纳从刀豆种子中提取出脲酶结晶,并用多种方法证明了脲酶的化学本质是蛋白质。

(2) 由题图可知,温度和铜离子浓度是实验中人为改变的量,属于自变量;实验结果表明,随着铜离子浓度的升高,产生的铵根离子浓度降低,说明脲酶的活性降低。题图中显示,脲酶在 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时活性最高,故脲酶作用的最适温度范围是 $40\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。为了进一步探究脲酶作用的最适温度,需要在不加入铜离子(或铜离子浓度一定)的情况下,在温度为 $40\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内设置更小的温度梯度进行实验,测定尿素的分解速率,其中尿素分解速率最高时的温度为脲酶作用的最适温度。

(3) 幽门螺杆菌是原核生物,幽门螺杆菌合成脲酶的过程中参与的细胞器是核糖体。被测者口服用 ^{13}C 标记的尿素,如果其胃部存在幽门螺杆菌,则尿素会被幽门螺杆菌产生的脲酶水解成 NH_3 和 $^{13}\text{CO}_2$, 故若被测者呼出的气体中含有 $^{13}\text{CO}_2$, 则代表被测者被幽门螺杆菌感染。



刷类型 2 细胞呼吸与光合作用

题组 1

1. (1) C_3 (三碳化合物) 增加 RuBP 羧化酶数量

(2) 基质 A

(3) 二 ATP、NADPH

【解析】(1) CO_2 在 RuBP 羧化酶作用下与 C_5 结合生成 C_3 , 该过程称为 CO_2 的固定, 是暗反应的第一步; A→B 段 C_5 的相对含量下降较多, 说明与 CO_2 结合较多, 因此上述反应速率增加; 在 B→C 段 C_5 的含量较稳定, 说明该反应速率较平稳, 此时可能是受到了内部因素 RuBP 羧化酶数量的限制。

(2) RuBP 羧化酶存在于叶绿体基质中, 因此 RuBP 羧化酶催化的 C_5 与 O_2 反应也发生在叶绿体基质中; 图甲的 A、B、C 三点中, A 点 CO_2 浓度最低, RuBP 羧化酶与氧气结合最多, 光呼吸最强。

(3) 有氧呼吸第二阶段, 丙酮酸与水生成 CO_2 与 NADH, 产生的 CO_2 也能参与暗反应; 光反应产生的 ATP 和 NADPH 能为暗反应提供能量和还原剂, 积累过多会对细胞有害。

2. (1) 线粒体 大于 外界环境和细胞呼吸

(2) 玉米地上部分生长所需要的水分和矿质元素主要由根系提供

(3) 充分利用了不同层次的光能 (或根系深浅搭配, 合理地利用了不同层次土壤内的水分和养分)

【解析】(1) 据题图可知, a 点时光照强度为 0, 此时玉米只进行呼吸作用, 故该点产生 ATP 的细胞器是线粒体; b 点是玉米的光补偿点, 此时整个植株的光合速率等于呼吸速率, 但并不是整个植株都进行光合作用, 所以对于叶肉细胞而言, 其光合作用强度应大于叶肉细胞的呼吸作用强度。在光照强度为 2 500 lx 的条件下, 玉米的净光合速率大于 0, 即植物的光合速率大于呼吸速率, 故玉米植株固定的 CO_2 来自外界环境和细胞呼吸。

(2) 由于玉米地上部分生长所需要的水分和矿质元素主要由根系提供, 故玉米根生长得好, 玉米地上部分才能长得好。

(3) “玉米—红豆”间作模式的优点主要有充分利用了不同层次的光能; 根系深浅搭配, 合理地利用了不同层次土壤内的水分和养分。

3. (1) 上升 增加

(2) 类囊体薄膜 (或类囊体或基粒) 大于

(3) 选取长势和数量相同的突变植株和普通小麦为实验对象, 甲组为普通小麦, 乙组为突变植株, 将两组小麦置于相同的干旱条件下培养一段时间后收获种子, 分别测定两组植株的种子干重并进行比较

乙组种子干重大于甲组种子干重



【解析】(1) K^+ 内流会使气孔细胞液渗透压上升, 气孔细胞吸水力增强, 气孔张开, 进入叶肉细胞的 CO_2 增加, CO_2 作为光合作用的原料, 其增多能促进光合作用的进行。

(2) 光反应的场所是类囊体薄膜, 该部位有光合色素和与光反应有关的酶。上午 10 点光照强度大, 植物的光合速率一般会大于呼吸速率。

(3) 为了验证具有 CPTA 蛋白的突变植株更适应干旱条件, 该实验的自变量是小麦的种类, 即突变植株和普通小麦, 前提条件是干旱环境, 因变量是种子干重, 且该实验需遵循单一变量原则, 实验思路详见答案。由题干可知, 突变植株具有调节气孔开闭的机制, 能更好地适应干旱环境, 所以突变植株产量高, 为了支持这一结论, 相应的实验结果应该是突变植株的种子干重大于普通小麦的种子干重。

题组 2

1. (1) ①促进 ②类囊体薄膜 叶绿素 ③添加物质 X 的完全培养液 添加物质 X 的缺氮培养液

(2) 小球藻光反应产生的 H^+ 转变为 H_2 , 导致参与暗反应的 H^+ 减少, 有机物生成量减少

(3) 光反应产生的氧气抑制了产氢酶的活性

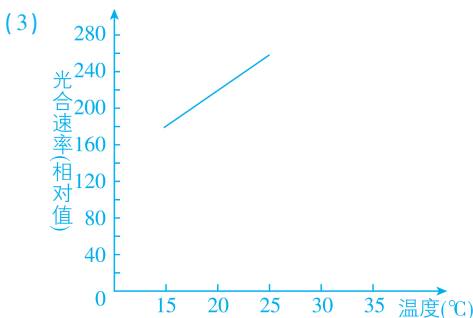
【解析】(1) 为探究缺氮对小球藻产氢的影响, 用完全培养液(A 组)和缺氮培养液(B 组), 在特定条件下分别培养小球藻, 一定时间后检测两组小球藻的产氢总量。①实验结果: A 组产氢总量小于 B 组产氢总量, 说明缺氮条件下小球藻的产氢量提高, 缺氮对小球藻产氢有促进作用。②缺氮条件下, 小球藻叶绿体的类囊体薄膜上分布的叶绿素减少, 使小球藻捕获光能的能力下降, 从而抑制了小球藻的光反应过程, 产生的 H^+ 减少, 进而抑制了光合作用。③欲进一步探究物质 X 和缺氮两种因素对小球藻产氢的影响及其相互关系, 需增设两个实验组, 其培养液分别为添加物质 X 的完全培养液和添加物质 X 的缺氮培养液, 然后用这两种培养液培养小球藻, 培养相同时间后测定两组小球藻的产氧总量。

(2) 产氢意味着小球藻光反应产生的 H^+ 转变为 H_2 , 导致参与暗反应的 H^+ 减少, 有机物生成量减少从而导致小球藻生长不良。

(3) 自然条件下, 小球藻几乎不产氢, 可能的原因是光反应产生的氧气抑制了产氢酶的活性, 因此可通过筛选高耐氧产氢小球藻以提高其产氢量。

2. (1) 叶绿体基质 C_5 (五碳化合物) ATP、NADPH

(2) 光照强度、温度、 CO_2 浓度 相对光照强度为 6(或 7)左右、高 CO_2 浓度、 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 叶绿素含量、与光合作用相关酶的含量有限



(4) 适当提高光照强度、延长光照时间、增施有机肥、白天适当升高温度, 夜晚适当降低温度、合理灌溉、合理密植等

【解析】(1) CO_2 参与光合作用暗反应阶段的 CO_2 固定过程, 场所为叶绿体基质, 该过程中 CO_2 被 C_5 固定成 C_3 。 C_3 的还原过程需要光反应阶段提供 NADPH 和 ATP, 其中 NADPH 可作为还原物质将 C_3 还原, 而且 NADPH 和 ATP 都可为该过程提供能量。

(2) 由题图 1 可知, 该实验的自变量有光照强度、温度和 CO_2 浓度。在环境条件是相对光照强度为 6 (或 7) 左右、高 CO_2 浓度、 25°C 的条件下, 该植物的光合速率最大, 故此条件为较理想条件。在该条件下继续增大光照强度, 植物光合速率不再增大, 则限制植物光合速率的内因主要是叶绿素的含量和与光合作用相关酶的含量有限。

(3) 在 15°C 到 25°C 范围内, 较理想的光照强度下随温度的升高, 光合速率增大, 具体图见答案。

(4) 若要提高大棚中该植物的产量, 就要增强光合作用, 降低呼吸作用。例如适当提高光照强度、延长光照时间, 可以增强光合作用; 白天适当升高温度, 夜间适当降低温度可以降低呼吸作用, 减少有机物的消耗, 进而增加产量。

刷有所得

影响光合作用的因素包括外部环境因素和内部因素。主要的环境因素包括光照强度、 CO_2 浓度和温度等; 主要的内部因素包括光合色素、酶等物质的含量, 以及光合产物的输出速率等。

3. (1) 大于

(2) 既能降低蒸腾作用强度又能保障 CO_2 供应, 使光合作用正常进行

(3) ①大幅度提高细胞内可溶性糖的相对浓度 ②降低色素含量降低、光反应产生的 NADPH 和 ATP 不足, C_3 未能被及时还原并形成 C_5 , 最终导致 CO_2 固定减少, 胞间 CO_2 相对浓度升高

(4) 缓解淡水资源危机、缓解可耕地资源危机、缓解粮食危机等 (答案合理即可)

【解析】(1)“海水稻”普遍生长在海边滩涂地区,具有抗涝、抗盐碱的特点,故可推测它的细胞液浓度大于盐碱地土壤溶液浓度,有利于它吸收水分和无机盐。

(2)气孔是植物叶片与外界环境进行气体交换的主要通道,气孔周期性的闭合(“气孔振荡”)既能降低蒸腾作用的强度,减少水分蒸发,又能保障 CO_2 供应,使光合作用正常进行。

(3)①由题图 1 可知,在浓度大于 150 mmol/L 的 NaCl 溶液中,叶肉细胞内的可溶性糖浓度大幅度提高。②气孔导度是指气孔张开的程度,胞间 CO_2 相对浓度受植物光合作用和气孔导度的双重影响,第 15 天之前很可能是气孔导度降低,植物从细胞间吸收的 CO_2 增多,导致胞间 CO_2 相对浓度下降;第 15 天之后色素含量降低,光反应产生的 NADPH 和 ATP 不足, C_3 未能被及时还原并形成 C_5 ,最终导致 CO_2 固定减少,胞间 CO_2 相对浓度升高。

(4)“海水稻”比普通水稻具有更强的生存竞争力,故能缓解淡水资源危机、缓解可耕地资源危机、缓解粮食危机等。

4. (1) 叶绿素、ATP、NADPH、类囊体薄膜、酶等

(2)此时叶片的净光合速率最大, CO_2 通过气孔进入叶片后直接进入细胞内被利用,故胞间 CO_2 浓度最低

(3)随着施加氮素的量增加,叶片的蒸腾速率和净光合速率均呈增加趋势 提高

(4)根据图 5 分析,在一定范围内,施加氮素后,鬼针草富集 Cd 的量增加,能使土壤中 Cd 浓度降低

【解析】(1)光合作用过程中叶绿素、ATP、NADPH、类囊体薄膜、酶等都含有 N ,施加氮素会影响其合成,进而影响光合速率。

(2)施加氮素的量达到 $80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,气孔导度最大,但胞间 CO_2 浓度却最低的原因是此时叶片的净光合速率最大, CO_2 通过气孔进入叶片后直接进入细胞内被利用,故胞间 CO_2 浓度最低。

(3)施加氮素的量对叶片蒸腾速率、净光合速率的影响规律相似,表现为在一定范围内,随着施加氮素的量增加,叶片的蒸腾速率和净光合速率均呈增加趋势。施加氮素后,鬼针草呼吸速率的变化忽略不计,鬼针草净光合速率增大,达到最大光合速率所对应的 CO_2 浓度增大,即 CO_2 饱和点提高。

(4)根据图 5 分析,在一定范围内,施加氮素后,鬼针草富集 Cd 的量增加,导致土壤中 Cd 浓度降低,故可判断向重金属污染土壤中施加氮肥能改善土壤的理化性质。



专题2 遗传、变异与进化

刷类型1 遗传基本规律及其应用

题组1

1. (1)4 AA、Aa、aa 窄叶 宽叶

(2)BB、Bb 1:15

【解析】(1) 纯种宽叶玉米(基因型为AA)和纯种窄叶玉米(基因型为aa)进行了间行均匀种植,在自然条件下,既有异花受粉,又有自花受粉,故两个品种玉米受粉方式共计4种,即AA(♀)×AA(♂)、aa(♀)×aa(♂)、AA(♀)×aa(♂)、aa(♀)×AA(♂),F₁植株的基因型应有3种,即AA、Aa和aa;由于是自然受粉,在窄叶植株上结的种子基因型有Aa和aa,其中Aa为杂交种,表现为宽叶,所以应收集窄叶植株结出的种子,在第二年播种后,在幼苗期选择宽叶植株栽种。

(2) 将纯合甜味和纯合非甜味玉米间行种植,使其自然受粉,结果非甜味植株上结的玉米种子全是非甜味,说明非甜味植株上的杂交种表现为非甜味,即非甜味对甜味为显性,故F₁植株的基因型是BB和Bb,由于玉米自然受粉时雌蕊接受同种和异种花粉的机会相等,则非甜味植株上所结种子的基因型及比例为BB:Bb=1:1,故该群体中B的基因频率为 $\frac{3}{4}$,

b的基因频率为 $\frac{1}{4}$,令非甜味植株的种子发育成的新个体(F₁)进行自然受粉,则所得种子中甜味所占比例为 $\frac{1}{4} \times$

$\frac{1}{4} = \frac{1}{16}$,即所得种子的甜味与非甜味比例是1:15。

2. (1)一对 F₂ 性状分离比中,掌状叶和两性株总是一起出现,柳叶和雌株总是一起出现,没有出现掌状叶雌株和柳叶两性株 减数分裂Ⅰ四分体时期发生了染色体互换

(2)BB:Bb:bb=1:4:1

(3) 实验设计:选矮秆雌株与F₁进行杂交(测交),观察后代的表型及比例。预期结果:后代将产生四种表型,其比例为高秆两性株:矮秆两性株:高秆雌株:矮秆雌株=1:1:1:1

【解析】(1) 由于F₂性状分离比中,掌状叶和两性株总是一起出现,柳叶和雌株总是一起出现,没有出现掌状叶雌株和柳叶两性株,因此判断基因A/a和E/e连锁,在一对同源染色体上。连锁时偶尔出现掌状叶雌株和柳叶两性株的可能原因是发生了染色体互换。染色体互换发生在减数分裂Ⅰ的前期,同源染色体上的等位基因随非姐妹染色单体之间的互换而发生交换,就会出现掌状叶雌株和柳叶两性株的个体。



(2) 基因型为 $BBbb$ 的四倍体植株, 细胞中含有 4 个染色体组, 就 B/b 基因所在的染色体而言, 一共 4 条, 因此若减数分裂过程中任意两条同源染色体移向同一极, 则其产生的配子类型及比例为 $BB : Bb : bb = 1 : 4 : 1$ 。

(3) 要验证自由组合定律, 可以通过杂合子与隐性纯合子的测交来验证。即将 $F_1 (AaBb)$ 与矮秆雌性植株 ($aabb$) 杂交, 统计后代性状比例。此时可以不统计叶形, 若后代高秆两性株 ($AaBb$) : 高秆雌株 ($aaBb$) : 矮秆两性株 ($Aabb$) : 矮秆雌株 ($aabb$) = $1 : 1 : 1 : 1$, 即可验证自由组合定律。

3. (1) 显性性状 Aa

(2) 致死

(3) ①

(4) 紫眼 红眼裂翅 紫眼 红眼裂翅 : 红眼直翅 : 紫眼裂翅 : 紫眼直翅 = $1 : 1 : 1 : 1$

【解析】(1) 由题意可知, 将纯合的直翅个体经过突变得到的裂翅突变体与纯合野生型直翅果蝇杂交, 后代既有直翅又有裂翅, 如果纯合野生型直翅果蝇是显性, 那么后代只有直翅, 不符合题目要求, 所以裂翅对直翅为显性性状, 其基因型为 Aa 。

(2) 由 (1) 知裂翅是显性, 且纯合致死, 所以 AA 致死, 而 Aa 、 aa 存活, 即只要有 a 基因就可以存活, 对于存活与致死这一对相对性状来说, a 相当于显性基因, 故 AA 相当于隐性纯合个体表现性状, 所以隐性性状就是致死。

(3) 将裂翅突变体进行自由交配发现后代只有裂翅, 推测裂翅品系中存在平衡致死现象, 则亲本裂翅果蝇的基因型为 $AaBb$, 由于 BB 纯合致死导致没有正常翅 (aa) 个体的出现, 所以两对基因的位置关系是 Ab 连锁、 aB 连锁, 即两对等位基因的位置关系应为题图中的①。

(4) 现已知红眼对紫眼为显性, 基因位于 2 号染色体, 则用 D 表示红眼, d 表示紫眼, 欲确定裂翅相关基因是否在 2 号染色体上, 用紫眼品系 $aadd$ (直翅紫眼) 与亲本 $AaDD$ (裂翅红眼) 进行杂交, F_1 为裂翅红眼 ($AaDd$)、直翅红眼 ($aaDd$), 再将 F_1 中裂翅红眼 ($AaDd$) 与表中纯合的直翅紫眼 ($aadd$) 杂交, 若裂翅基因不在 2 号染色体上, 则翅型基因和眼型基因的遗传符合自由组合定律, F_2 的表型及比例为裂翅红眼 ($AaDd$) : 直翅紫眼 ($aaDd$) : 裂翅紫眼 ($Aadd$) : 直翅红眼 ($aaDd$) = $1 : 1 : 1 : 1$ 。

4. (1) 基因分离定律和基因自由组合定律 3 $AAbbCc$ 或 $aaBBcc$ 或 $aabbCC$

(2) 红花 : 白花 = $1 : 15$ 红花 : 白花 = $1 : 7$ 4 对基因中有 2 对基因位于 1 对同源染色体上

【解析】(1) 已知白花 1 为隐性纯合子, 结合杂交组合二中后代红花 : 白花 = $1 : 7$ 的性状分离比, 可推知 F_1 红花个体产生含有全显性基因配子的概率为 $\frac{1}{8}$ (F_1 红花个体基因型可能为 $AaBbCc$), 据此可确定该种植物的花色至少受三对等位基因



控制,且遵循基因分离定律和自由组合定律,杂交组合四中 F_1 红花 ($AaBbCc$) 与白花 3 杂交后代红花:白花 = 1:3, 据此可推知此杂交组合实质上涉及 2 对等位基因的测交,即按照控制花色的等位基因最少(3 对等位基因)的情况,白花 3 基因型中至少有 2 对等位基因为隐性纯合,即满足条件的白花 3 的所有可能的基因型为 $AAbbcc$ 或 $aaBBcc$ 或 $aabbCC$ 。

(2) 进一步研究发现控制花色的等位基因为 4 对,研究者用纯合红花 ($AABBCCDD$) 与白花 1 ($aabbccdd$) 进行杂交获得 F_1 ($AaBbCcDd$), 并对 F_1 进行测交,若 4 对基因分别位于 4 对同源染色体上,则 F_1 产生基因组成为 $ABCD$ 的配子的概率约为 $\frac{1}{16}$,即测交结果应为红花:白花 = 1:15; 若 4 对基因不位于 4 对同源染色体上,再结合杂交组合二的后代表型及比例可知,控制花色的基因中至少有 3 对等位基因相互独立遗传,可确定此时 F_1 产生基因组成为 $ABCD$ 的配子的概率为 $\frac{1}{8}$,也就是说此时 F_1 的 4 对基因中有 2 对基因位于一对同源染色体上,即测交结果应为红花:白花 = 1:7。

易错警示

当后代中出现 9:3:3:1 或 15:1 或 9:4:3 等比例关系时,即各系数和为 $16=4^2$,说明该性状至少受到位于两对同源染色体上的两对等位基因控制。同理,若各系数相加之和等于 4^3 ,则性状至少受到位于三对同源染色体上的三对等位基因控制。若各系数相加之和等于 4^n ,则性状至少受到位于 n 对同源染色体上的 n 对等位基因控制。

题组 2

1. (1) $AABb$

(2) 黑毛:黄毛:白毛 = $64:8:9 = \frac{5}{9}$

(3) 实验思路:让该黄毛雄鼠与丙品系中的多只雌性个体杂交,观察子代的表型及比例。预期实验结果及结论:若子代全为黑毛,则黄毛雄鼠基因型为 $AAbb$; 若子代中黑毛:白毛 = 1:1,则黄毛雄鼠基因型为 $Aabb$ (或子代出现白毛,则黄毛雄鼠基因型为 $Aabb$)

【解析】(1) 由题干信息可知,黑毛的基因型为 $A_B_$,黄毛的基因型为 A_bb ,白毛的基因型为 $aa_ _$ 。甲品系为 $AABB$,乙品系为 $AAbb$,丙、丁品系为 $aaBB$ 或 $aabb$ 。实验一中, F_1 由纯合黑毛 $AABB$ 、纯合黄毛 $AAbb$ 杂交产生,所以 F_1 的基因型为 $AABb$ 。

(2) 实验二中, F_2 表型及比例为黑毛:黄毛:白毛 = 9:3:4,所以 F_1 基因型为 $AaBb$ 。 F_2 中黑毛家鼠基因型及比例为 $AABB:AaBB:AABb:AaBb=1:2:2:4$,产生的配子类型及比例为 $AB:aB:Ab:ab=4:2:2:1$,将它们绘制成 4×4 的棋盘后统计,可得子代家鼠的表型及比例为黑毛:黄毛:

白毛 = 64 : 8 : 9。子代白鼠基因型及比例为 aaBB : aaBb : aabb = 4 : 4 : 1, 纯合子的占比为 $\frac{(4+1)}{9} = \frac{5}{9}$ 。

(3) 实验三中, F_2 表型及比例为黑毛 : 黄毛 : 白毛 = 9 : 3 : 4, 所以 F_1 基因型为 AaBb。 F_2 中的黄毛雄性家鼠基因型为 AAbb 或 Aabb, 要探究其基因型只需要确定 AA/Aa 即可, 所以选择基因型为 aa_ _ 的个体, 可用丙品系 (aaBB) 或丁品系 (aabb)。实验思路: 让该黄毛雄鼠与丙品系 (aaBB) 中的多只雌性个体杂交, 观察子代的表型及比例。预期实验结果及结论: 若子代全为黑毛, 则黄毛雄鼠基因型为 AAbb; 若子代中黑毛 : 白毛 = 1 : 1, 则黄毛雄鼠基因型为 Aabb。(或者实验思路: 让该黄毛雄鼠与丁品系 (aabb) 中的多只雌性个体杂交, 观察子代的表型及比例。预期实验结果及结论: 若子代全为黄毛, 则黄毛雄鼠基因型为 AAbb; 若子代中黄毛 : 白毛 = 1 : 1, 则黄毛雄鼠基因型为 Aabb。)

2. (1) AaBb 3 : 6 : 3 : 4 $\frac{3}{8}$

(2) AaBb 与 aaBb

(3) 让该红花植株自交, 观察并统计子代花色 (及比例) 若子代出现白花个体, 则该红花植株基因型为 AaBb; 若子代不出现白花个体, 则该红花植株基因型为 AABb (或若子代紫色 : 红色 : 粉红色 : 白色 = 3 : 6 : 3 : 4, 则该红花植株基因型为 AaBb; 若子代紫色 : 红色 : 粉红色 = 1 : 2 : 1, 则该红花植株基因型为 AABb)

【解析】(1) 将白花植株的花粉授给紫花植株, 得到的 F_1 全部表现为红花, 即 aa_ _ \times A_bb \rightarrow AaBb, 所以亲本白花植株的基因型为 aaBB, 紫花植株的基因型为 AAbb, F_1 的基因型为 AaBb。 F_1 自交得到的 F_2 表型及比例为紫色 (A_bb) : 红色 (A_Bb) : 粉红色 (A_BB) : 白色 (aa_ _) = 3 : 6 : 3 : 4。 F_2 中自交后代不会发生性状分离的植株的基因型是 AABB、AAbb、aa_ _, 所占比例为 $\frac{1}{16} + \frac{1}{16} + \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$ 。

(2) 用两种不同花色的植株杂交, 得到的子代植株有四种花色, 根据不同表型的基因型可知, 双亲中必须均存在 B 基因和 b 基因, 并且均至少含有一个 a 基因, 因此只能用白花中基因型为 aaBb 的植株与红花中基因型为 AaBb 的植株进行杂交。

(3) 红花植株基因型为 A_Bb, 鉴定其基因型最简便的方式是让其自交, 具体实验思路及结果见答案。

3. (1) ①两组实验证明白色性状可以遗传 ②回交实验得到的后代两种表型在雌雄个体中出现的比例几乎相等
(2) 白色 两 基因中的碱基 (对) 排列顺序不同
(3) 验证思路: 选择若干 F_1 个体与多只白色个体测交, 统计子代的表型及其比例; 预期结果: 若子代中表型及其比例为



黑色:白色=3:1,说明上述推测成立

【解析】(1)①两组实验得到的后代中均有白色性状个体出现,即白色性状能够遗传,据此可认为白色性状的出现是基因突变导致的,并非其他环境因素所致。②回交实验得到的后代表型与性别无关,据此可认为,控制不同毛色的基因应该位于常染色体上,而非性染色体上。

(2)根据实验二信息可知, F_1 皆表现为黑色,自由交配后代出现了白色,说明白色是隐性性状,再结合自由交配后代约为 15:1 的性状分离比,推测毛色遗传受两对等位基因的控制。控制不同毛色的基因携带的遗传信息不同,即不同基因的根本区别是基因中的碱基(对)排列顺序不同。

(3)为验证推测的正确性,可进行测交实验,即选择若干 F_1 个体与多只白色个体进行测交,统计子代的表型及其比例,若子代中表型及其比例为黑色:白色=3:1,则推测成立。

4. (1) 12 性状分离 去雄

(2) BBDD bbdd $\frac{1}{9}$

(3) 外壳无紫色、胚芽鞘无紫线 外壳无紫色、胚芽鞘紫线

【解析】(1)水稻无性染色体,故欲测定水稻($2N=24$)的基因组序列,需对 12 条染色体进行基因测序。杂交水稻具有杂种优势,其自交后代不全是高产类型,这种现象称为性状分离。育种时为保证杂交顺利进行,需对母本做去雄处理,避免自交。

(2)分析题图可知,籼稻 1(紫线)和粳稻 2(无紫线)杂交, F_2 中紫线:无紫线=9:7,说明 B 和 b、D 和 d 位于非同源染色体上,籼稻 1 和粳稻 2 的基因型分别是 BBDD、bbdd。籼稻 2 的基因型为 BBdd(或 bbDD),粳稻 1 的基因型为 bbDD(或 BBdd),二者杂交 F_1 的基因型为 BbDd,则 F_2 紫线个体($B_D_$)中纯合子的占比是 $\frac{1}{9}$ 。

(3)由于种子外壳由母本的体细胞发育而来,胚芽鞘由受精卵发育而来,故籼稻(BBdd)和粳稻(bbDD)杂交后得到的种子都是外壳无紫色、胚芽鞘紫线;自交的种子都是外壳无紫色、胚芽鞘无紫线,人为混入的种子都是种子外壳紫色、胚芽鞘紫线,可以快速将其区分。

5. (1) 缺刻叶 D 基因纯合致死 两

(2) $\frac{1}{9}$ 马铃薯叶红果:马铃薯叶黄果=9:7

(3) 全部为马铃薯叶



思路分析

根据题意和图示分析:亲本缺刻叶红果与马铃薯叶黄果杂交,后代为缺刻叶红果和马铃薯叶红果,淘汰马铃薯叶红果后,让 F_1 的缺刻叶红果自交,在 F_2 中缺刻叶与马铃薯叶之比为 $2:1$,说明缺刻叶对马铃薯叶为显性且存在显性基因纯合致死情况;在 F_2 中红果与黄果之比为 $9:7$,符合 $9:3:3:1$ 的变式,说明这对相对性状受两对等位基因(假设基因为 B/b 、 C/c)控制且遵循自由组合定律,其中红果的基因型为 $B_C_$,黄果的基因型为 B_cc 、 $bbC_$ 、 $bbcc$ 。

【解析】(1) 根据上述分析可知,由于 F_1 缺刻叶自交后代出现了性状分离,所以缺刻叶和马铃薯叶这对相对性状中,显性性状为缺刻叶且存在显性基因纯合致死的情况; F_1 红果番茄自交产生的 F_2 中,红果与黄果之比为 $9:7$,是 $9:3:3:1$ 的变形,说明红果与黄果受两对等位基因控制且遵循自由组合定律,即这两对基因位于两对同源染色体上。

(2) F_2 中马铃薯叶红果植株 ($\frac{1}{9}ddBBCC$ 、 $\frac{2}{9}ddBBCc$ 、 $\frac{2}{9}ddBbCC$ 、 $\frac{4}{9}ddBbCc$) 自交得 F_3 个体,理论上 F_2 中, $\frac{1}{9}$ 的植株 ($ddBBCC$) 自交后代不发生性状分离,全表现为马铃薯叶红果; $\frac{4}{9}$ 的植株 ($\frac{2}{9}ddBBCc + \frac{2}{9}ddBbCC$) 自交后代会出现性状分离且其表型及比例为马铃薯叶红果:马铃薯叶黄果 = $3:1$;余下 $\frac{4}{9}$ 的植株 ($\frac{4}{9}ddBbCc$) 自交后代会出现性状分离且其表型及比例为马铃薯叶红果:马铃薯叶黄果 = $9:7$ 。

(3) 若 D 基因位于异常染色体上,让植株甲 (Dd) 作为父本与正常马铃薯叶 (dd) 进行测交产生 F_1 ,由于无正常 6 号染色体的花粉不能参与受精作用,即 Dd 个体产生的配子中只有含 d 基因的能参与受精作用,所以 F_1 的基因型全为 dd ,表型全部为马铃薯叶。

题组 3

1. (1) 黑背

(2) 能 F_2 出现 $9:3:3:1$ 的性状分离比

(3) 3 纯合正常眼黑背雄性 棒眼彩背雌性 正常眼黑背 正常眼彩背 棒眼黑背

【解析】(1) 据题干信息可知,黑背雌果蝇和彩背雄果蝇杂交, F_1 都是黑背果蝇,说明黑背是显性性状。

(2) 据题干信息可知, F_1 正常眼黑背果蝇相互交配, F_2 出现正常眼黑背:正常眼彩背:棒眼黑背:棒眼彩背 $\approx 9:3:3:1$,说明等位基因 A/a 、 B/b 位于非同源染色体上,其遗传遵循自由组合定律。

(3) 要确定等位基因 A/a 、 B/b 在染色体上的位置关系,应选择纯合正常眼黑背雄果蝇作父本,棒眼彩背雌果蝇作母本,



相互交配,统计子代雄果蝇的表型。若 A/a 、 B/b 都位于常染色体上,则亲本基因型为 $AABB$ (雄)、 $aabb$ (雌), F_1 雌、雄个体基因型均为 $AaBb$ (正常眼黑背);若 A/a 位于常染色体上, B/b 位于 X 染色体上,则亲本基因型为 AAX^BY 和 aaX^bX^b , F_1 基因型为 AaX^BX^b (正常眼黑背雌果蝇)、 AaX^bY (正常眼彩背雄果蝇);若 A/a 位于 X 染色体上, B/b 位于常染色体上,亲本基因型为 BBX^AY 和 bbX^aX^a , F_1 基因型为 BbX^AX^a (正常眼黑背雌果蝇)、 BbX^aY (棒眼黑背雄果蝇)。

2. (1) ①组合一 ②A 基因纯合致死

(2) ① $1:1$ ②翻翅灰体:翻翅黑檀体:正常翅灰体:正常翅黑檀体 $= 6:2:3:1$

(3) 父本 一

【解析】(1) 组合一中,翻翅 \times 翻翅 \rightarrow 翻翅:正常翅 $= 2:1$,说明翻翅对正常翅是显性性状,亲代翻翅果蝇均为杂合子 Aa ,后代中出现的表型及比例不为翻翅:正常翅 $= 3:1$,可能的原因是 A 基因纯合致死。

(2) 由题意可知,翻翅灰体果蝇与正常翅黑檀体果蝇杂交,后代都是灰体,说明灰体对黑檀体是显性,亲本灰体果蝇的基因型是 BB ,黑檀体果蝇的基因型是 bb ;翻翅 \times 正常翅,后代既有翻翅也有正常翅,说明亲本翻翅果蝇的基因型是 Aa ,正常翅果蝇的基因型是 aa ,因此亲本果蝇的基因型是 $AaBB$ 和 $aabb$,则 F_1 中翻翅灰体 ($AaBb$) 和正常翅灰体 ($aaBb$) 的比例为 $1:1$ 。将 F_1 中翻翅灰体果蝇 ($AaBb$) 相互交配,则其后代中翻翅灰体:翻翅黑檀体:正常翅灰体:正常翅黑檀体 $= 6:2:3:1$ 。

(3) 由题意可知,白眼雌果蝇的基因型是 X^rX^r ,红眼雄果蝇的基因型是 X^RY ,二者杂交,在没有发生基因突变的情况下,后代出现了染色体组成为 XXY 的红眼果蝇,在没有发生基因突变的情况下, X^R 和 Y 只能来自父方,即雄果蝇在减数第一次分裂时出现异常,产生了基因型为 X^RY 的配子。

3. (1) 基因重组 杂交后代是杂合子,若继续留种,会发生性状分离

(2) 高秆抗虫:高秆不抗虫:矮秆抗虫:矮秆不抗虫 $= 9:3:3:1$ 高秆抗虫:矮秆不抗虫 $= 3:1$

(3) $\frac{1}{8}$

【解析】(1) 由题意可知,通过基因工程将一个能表达抗虫特性的基因 A 转入某 F_1 植株的一条染色体上,得到抗虫的水稻植株,其原理是基因重组。亲本杂交后,体现杂种优势的往往是杂合子,继续留种会发生性状分离,故需年年制种。

(2) 因 E/e 基因在 6 号染色体上,若转入的基因 A 也在 6 号染色体上,则二者连锁,反之二者遵循自由组合定律。转基因之后,该抗虫植株的基因型为 $AOEe$,该抗虫植株自交,统计 F_2 的表型及比例,若高秆抗虫:高秆不抗虫:矮秆抗

虫：矮秆不抗虫 = 9 : 3 : 3 : 1，则基因 A 没有转入 6 号染色体上；若高秆抗虫：矮秆不抗虫 = 3 : 1，则基因 A 转入了 6 号染色体上，且与基因 E 在同一条染色体上。

(3) 若基因 A 没有转入 6 号染色体上，则二者遵循基因的自由组合定律，转入 A 基因的 F_1 植株基因型为 AOEE，未转入 A 基因的 F_1 植株基因型为 OOEe，故后代出现矮秆抗虫植株 (AOee) 的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ 。

4. (1) 红花、无刺

(2) B

(3) ① BB B 雌 ② 用 F_2 中无刺与有刺植株正交和反交，观察并统计子代的表型及比例

【解析】(1) 由实验一可知， F_1 中红花无刺植株自花受粉得到 F_2 ，两对相对性状均出现性状分离现象，因此两对相对性状中，显性性状分别是红花、无刺。

(2) 实验一中 F_2 表型及其比例为 9 : 3 : 3 : 1 的变形，两对等位基因满足自由组合定律； F_1 红花无刺植株的基因型为 AaBb，由“红花无刺植株人工传粉给白花有刺植株， F_1 表型及其比例为红花无刺：红花有刺 = 1 : 1”可知，亲代红花无刺植株的基因型为 AABb，白花有刺植株的基因型为 aabb。由图谱二即实验一中亲代红花无刺植株 (AABb) 的图谱可知，条带 1 代表的基因为 a，条带 2 代表的基因为 A。亲代和 F_1 中仅含 A/a 和 B/b 中各一种基因的个体为亲代白花有刺植株 (aabb)，因此由图谱一可知，条带 3 代表的基因为 b，条带 4 代表的基因为 B。

(3) 由“ F_2 表型及其比例为红花无刺：红花有刺：白花无刺：白花有刺 = 6 : 3 : 2 : 1”可知， F_2 中红花：白花 = 3 : 1，无刺：有刺 = 2 : 1。

① 若 F_2 表型出现 6 : 3 : 2 : 1 的现象的原因是某一基因型的个体完全致死，则当且仅当致死个体的基因型为 BB 时才能出现 F_2 四种表型对应的比例。若 F_2 表型出现 6 : 3 : 2 : 1 的现象的原因是某一基因型的配子部分致死，则由 F_2 中“无刺：有刺 = 2 : 1”和“ F_1 表型及其比例为红花无刺：红花有刺 = 1 : 1”可知，含有基因 B 的雌配子 50% 致死，含有基因 b 的雌配子和含有基因 B、b 的雄配子均存活。

② 若以 F_2 为材料，设计一代杂交实验验证①中的两种假说，则实验方案是用 F_2 中无刺与有刺植株正交和反交，观察并统计子代的表型及比例。

5. (1) AABBDD 和 AABBdd

(2) 6

(3) 1 : 2 : 1

(4) ② × ④、③ × ④

(5) $\frac{1}{2}$



【解析】(1) 由题意可知, ①~④均为纯种果蝇品系, 且①为显性纯合子, 品系②~④均只有一种性状是隐性, 故品系①和④的基因型为 AABBDd 和 AABBDd。

(2) 分离定律的实质是位于一对同源染色体上的等位基因随着同源染色体的分开而分离, 为验证分离定律的交配组合有: ①×②、①×③、①×④、②×④、③×④、②×③, 故交配组合有 6 种。

(3) 品系②(aaBBDD) 与品系③(AAbbDD) 杂交产生的 F_1 基因型为 AaBbDD, 若 F_1 果蝇产生配子的过程不发生交叉互换, 且 A/a 和 B/b 均位于 II 染色体上, 则 F_1 果蝇产生的配子类型及比例为 Ab : aB = 1 : 1, 自由交配产生的 F_2 果蝇中, 长翅黑身(AAbb) : 长翅灰身(AaBb) : 残翅灰身(aaBB) = 1 : 2 : 1。

(4) 自由组合定律指的是非同源染色体上的非等位基因自由组合, 故验证自由组合定律时, 应选择②×④、③×④这两个交配组合的子代进行自由交配, 因为只有上述两个交配组合产生的子代能同时满足出现双杂合和相应的两对等位基因位于两对同源染色体上这两个要求。

(5) 由题意可知, 果蝇缺失 1 条 IV 号染色体仍能正常生存和繁殖, 缺失 2 条则致死。将一对都缺失 1 条 IV 号染色体的杂合灰身果蝇杂交, 即 BbIV O × BbIV O, 产生的后代中缺失 1 条

IV 号染色体果蝇占 $\frac{2}{3}$, 灰身果蝇占 $\frac{3}{4}$, 因此 F_1 中缺失 1 条

IV 号染色体的灰身果蝇占比为 $\frac{2}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{2}$ 。

刷类型 2 伴性遗传

题组 1

1. (1) 甲和丁 卷曲翅雌性:正常翅雄性 = 1:1

(2) 甲和乙 卷曲翅:正常翅 = 2:1

(3) AaX^bY $\frac{1}{6}$

(4) 红色或白色

思路分析

用假说—演绎法解答问题时,先根据题干信息假定某一结论成立,写出相关的基因型,然后用顺向思维根据遗传图解进行演绎,推理出实验结论,答题时用逆向思维。

【解析】(1) 在显隐性已知的情况下,判断基因位于 X 染色体上还是位于常染色体上,可用显性雄性(卷曲翅雄性)与隐性雌性(正常翅雌性)交配,即甲×丁。若子代性状与性别无关,则基因位于常染色体上;若子代雌性全是卷曲翅、雄性全是正常翅,则基因位于 X 染色体上。

(2) 假设存在显性纯合致死现象(胚胎致死),则卷曲翅的基因型都为 Aa,可用卷曲翅雌、雄果蝇进行杂交来验证,即甲×乙。若子代表型及比例为卷曲翅:正常翅 = 2:1,则存在显性纯合致死现象,否则不存在。

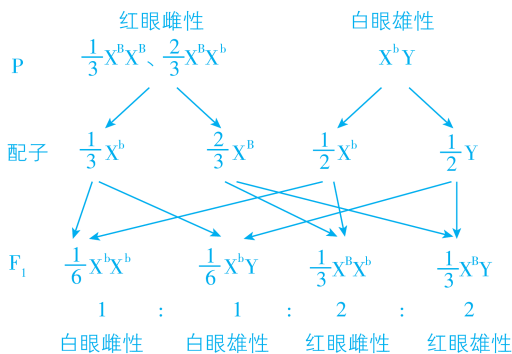
(3) A、a 基因位于常染色体上且存在显性纯合致死现象,卷曲翅果蝇(Aa)中的白眼(X^bX^b)与红眼(X^BY)杂交,则 F_1 中卷曲翅白眼果蝇的基因型为 AaX^bY ; F_1 中正常翅的概率为 $\frac{1}{3}$,红眼的概率为 $\frac{1}{2}$,所以 F_1 中正常翅红眼果蝇的概率为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$ 。

(4) 该嵌合体果蝇右侧躯体只有一条 X 染色体,若右侧丢失的染色体是 X^B ,则右眼为白色;若丢失的染色体是 X^b ,则右眼为红色,故右眼为红色或白色。

2. (1) X 杂交组合①的 F_1 中雌性全为红眼,雄性中表型及比例为红眼:白眼 = 1:1(或杂交组合①的 F_1 中眼色性状遗传与性别有关)

(2) $\frac{1}{8}$

(3) 40





【解析】(1) 红眼和白眼是一对相对性状,由等位基因 B/b 控制。

杂交组合①的 F_1 中雌性全为红眼,雄性中表型及比例为红眼:白眼 = 1:1,由此可知,等位基因 B/b 位于 X 染色体上。

(2) 由(1)可知,杂交组合①亲本的基因型为 $X^B X^b$ 、 $X^B Y$, F_1

中雌性红眼基因型及概率为 $\frac{1}{2} X^B X^B$ 、 $\frac{1}{2} X^B X^b$, 雄性红眼的

基因型为 $X^B Y$, 让杂交组合①的 F_1 中红眼雌雄个体相互交

配,后代白眼雄性 ($X^b Y$) 个体出现的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 。

(3) 杂交组合②的 F_1 中雄性个体的表型(基因型)及比例为

红眼($X^B Y$):白眼($X^b Y$) = 2:1,可推知亲代雌性个体产生的

配子及比例为 $X^B : X^b = 2:1$,则亲代雌性个体中杂合子的

比例为 $\frac{1}{3} \times 2 = \frac{2}{3}$,纯合子的比例为 $1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$,亲本雌性个体

中纯合子有 20 只,故理论上杂合子有 40 只。组合②的具体

杂交过程见答案。

题组 2

1. (1) $BBZ^d W$

(2) $\frac{2}{3}$ 玫瑰冠银羽:玫瑰冠金羽:单冠银羽:单冠金羽 =

9:3:3:1

(3) $\frac{1}{3}$

(4) 实验思路:让该金羽雄鸡与多只金羽雌鸡交配,统计子代的性别比例。

预期结果:若子代雌:雄 = 1:1,则该金羽雄鸡可能是发生了基因突变;若子代雌:雄 = 2:1,则该金羽雄鸡可能发生了性反转。

【解析】(1) 实验一与实验二属于正反交,家鸡的玫瑰冠和单冠正反交结果相同且与性别无关,所以控制玫瑰冠和单冠的基因位于常染色体上,玫瑰冠为显性,单冠为隐性;金羽和银羽正反交结果不同与性别相关,所以控制金羽和银羽的基因位于性染色体上,由实验一可知,银羽为显性。实验一: $bbZ^D Z^D \times BBZ^d W \rightarrow F_1 BbZ^D W$ 、 $BbZ^D Z^d$, 实验二: $bbZ^D W \times BBZ^d Z^d \rightarrow F_1 BbZ^D Z^d$ 、 $BbZ^d W$ 。因此,玫瑰冠金羽雌性家鸡的基因型为 $BBZ^d W$ 。

(2) 实验一中, $F_1 BbZ^D W$ 、 $BbZ^D Z^d$ 相互交配得到 F_2 , F_2 中羽

色基因型及概率为 $\frac{1}{4} Z^D Z^D$ 、 $\frac{1}{4} Z^D Z^d$ 、 $\frac{1}{4} Z^D W$ 、 $\frac{1}{4} Z^d W$, Z^D 的基

因频率 = $\frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ 。不考虑性别, F_2 中玫瑰冠银羽 ($B_Z^D _$):

玫瑰冠金羽 ($B_Z^d W$):单冠银羽 ($bbZ^D _$):单冠金羽 ($bbZ^d W$) = 9:3:3:1。

(3) 实验二中, $F_1 BbZ^D Z^d$ 、 $BbZ^d W$ 个体相互交配得到 F_2 , 两对基因自由组合,玫瑰冠金羽雄性个体 $B_Z^d Z^d$ 中纯合子



BBZ^dZ^d 所占的比例为 $\frac{1}{3}$ 。

(4) 实验一中 $F_1Z^D W \times Z^D Z^d$, 得到的 $F_2(Z^D Z^D, Z^D Z^d)$ 中发现一只金羽雄鸡, 该金羽雄鸡的出现若是由于发生了基因突变, 则该金羽雄鸡基因型为 $Z^d Z^d$, 若是由于发生了性反转, 则该金羽雄鸡基因型为 $Z^d W$ 。让该金羽雄鸡与多只金羽雌鸡交配, 统计子代的性别比例。若是由于发生了基因突变, 则基因型为 $Z^d Z^d$, 则 $Z^d Z^d$ 与 $Z^d W$ 交配, 子代雌: 雄 = 1: 1; 若是由于发生了性反转, 则基因型为 $Z^d W$, $Z^d W$ 与 $Z^d W$ 交配, 含 WW 染色体时致死, 子代雌: 雄 = 2: 1。

2. (1) 红眼

(2) 如果控制果蝇白眼的基因在常染色体上或在 Y 染色体上含有它的等位基因, 也会出现题述实验结果

(3) 半数雌蝇的后代全为红眼, 另外半数雌蝇的后代表型及概率为 $\frac{1}{4}$ 红眼雄蝇、 $\frac{1}{4}$ 红眼雌蝇、 $\frac{1}{4}$ 白眼雄蝇、 $\frac{1}{4}$ 白眼雌蝇

白眼雌蝇与野生型(或纯合)红眼雄蝇交配 二

【解析】(1) 红眼雌果蝇与白眼雄果蝇交配, 子一代全为红眼, 即红眼为显性性状。

(2) 摩尔根让白眼雄蝇和子一代红眼雌蝇交配, 无论控制果蝇白眼的基因位于 X 染色体上、常染色体上还是 X、Y 染色体的同源区段上, 子代均会出现的表型及概率为 $\frac{1}{4}$ 红眼雄蝇、 $\frac{1}{4}$ 红眼雌蝇、 $\frac{1}{4}$ 白眼雄蝇、 $\frac{1}{4}$ 白眼雌蝇的现象, 即只据此实验不能验证摩尔根提出的控制果蝇白眼的基因在 X 染色体上, 而 Y 染色体不含有它的等位基因的假设。

(3) 摩尔根提出的假设为控制果蝇白眼的基因在 X 染色体上, 而 Y 染色体不含有它的等位基因。设控制红眼、白眼的基因用 W 、 w 表示, 为进一步验证他的假设, 又设计了三个实验, 实验一: 让全部子二代雌蝇 ($\frac{1}{2}X^W X^W$ 、 $\frac{1}{2}X^W X^w$) 与白眼雄蝇 ($X^w Y$) 做单对交配, 分别观察并统计每只雌蝇产生子代的表型及比例, 半数雌蝇所产生的后代全为红眼, 另外半数雌蝇所产生的后代表型及比例为 $\frac{1}{4}$ 红眼雄蝇、 $\frac{1}{4}$ 红眼雌蝇、

$\frac{1}{4}$ 白眼雄蝇、 $\frac{1}{4}$ 白眼雌蝇; 实验三: 让白眼雌、雄果蝇相互交配, 子代雌、雄果蝇全为白眼; 实验二: 预期结果为子代中雌

蝇全为红眼, 雄蝇全为白眼, 则他选择交配的亲本为白眼雌蝇 ($X^w X^w$) 与野生型(或纯合)红眼雄蝇 ($X^W Y$)。由本题最后一空可知, 三个实验中, 至少有一个实验能支持摩尔根的假设, 而实验一和实验三均不能, 原因是若控制果蝇白眼的基因在常染色体上或 X、Y 染色体的同源区段上, 子代也会出现实验一和实验三中的结果, 故实验二的预期结果能支持摩尔根的假设。而由实验二的预期结果可推知, 选择白眼雌蝇



与红眼雄蝇即可验证控制果蝇白眼的基因在 X 染色体上,但不能排除 Y 染色体上有其等位基因,故亲本选择野生型(纯合)红眼雄蝇。

3. (1) X 染色体和 Y 染色体能够联会 X 染色体和 Y 染色体上的基因不完全相同

(2) 丈夫: X^aY^A 或 X^AY^a ; 妻子: X^AX^a

(3) 能 男性红绿色盲患者的基因型为 X^bY , 其中 X^b 来自母亲, 男性红绿色盲患者约占男性人群的 7%, 推知女性产生 X^b 配子的概率约为 7%; 男性产生 X^b 配子的概率约为 7%。故女性红绿色盲患者 (X^bX^b) 约占女性人群的概率为 $7\% \times 7\% = 0.49\%$

(4) 没有道理。每胎生男生女的概率均为 $\frac{1}{2}$, 所以理论上群体中的性别比例总是 1:1, 这一政策不会破坏正常的性别比例

【解析】(1) 同源染色体是指在减数分裂过程中能联会配对的染色体, X 染色体和 Y 染色体虽然形态、大小不同, 但在减数分裂过程中能联会, 所以是一对同源染色体。由于 X 染色体和 Y 染色体存在非同源区段, 两条染色体上的基因不完全相同, 所以人类基因组计划测定的染色体数为 24 条 (22 条常染色体+X+Y)。

(2) 假如某致病基因 a 位于区段 II, 一对正常的夫妻生了一个患病的孩子, 无论患病的孩子是男孩还是女孩, 都能说明母亲传给其 X 染色体上含有致病基因, 母亲表现为正常, 故母亲的基因型为 X^AX^a 。父亲也一定会传给子女一个致病基因, 才会使子女患病, 所以父亲的基因型为 X^aY^A 或 X^AY^a 。

(3) 红绿色盲是伴 X 染色体隐性遗传病, 男性红绿色盲患者的基因型为 X^bY , 其中 X^b 来自母亲, 由题目可知男性红绿色盲患者约占男性人群的 7%, 推知女性产生 X^b 配子的概率约为 7%; 男性产生 X^b 配子的概率约为 7%, 故女性红绿色盲患者 (X^bX^b) 约占女性人群的概率为 $7\% \times 7\% = 0.49\%$ 。故能根据男性红绿色盲患者占男性人群的概率推算女性红绿色盲患者占女性人群的概率。

(4) 由于每胎生男生女的概率均为 $\frac{1}{2}$, 所以理论上群体中的性别比例总是 1:1, 故这一政策不会破坏正常性别比例, 即认为此举会导致后代女孩数量越来越多, 从而破坏正常的性别比例的说法是没有道理的。

刷类型 3 变异、遗传病与进化

题组 1

1. (1) 染色体(数目)变异 亲本乙减数分裂 I 过程中同源染色体未分开,进入同一个次级精母细胞(或次级卵母细胞)中,减数分裂 II 正常;或减数分裂 I 正常,减数分裂 II 过程中着丝粒分裂后形成的子染色体进入同一个精子(或卵细胞)中
- (2) 9
- (3) 秋水仙素 抑制细胞有丝分裂中纺锤体的形成 四倍体植株甲 二倍体植株甲

【解析】(1) 三体西瓜植株丙比正常西瓜多了一条染色体,所以其变异类型为染色体(数目)变异。根据题干信息,甲为小籽且能稳定遗传,确定其基因型为 bb ,乙为大籽且能稳定遗传,确定其基因型为 BB ,因三体西瓜植株丙的基因型为 BBb ,所以可推断是亲本乙减数分裂出现异常导致的,但不能确定减数分裂发生异常的时期,可能是亲本乙减数分裂 I 过程中同源染色体未分开,进入同一个次级精母细胞(或次级卵母细胞)中,减数分裂 II 正常;或者是减数分裂 I 正常,但减数分裂 II 过程中着丝粒分裂后形成的子染色体进入同一个精子(或卵细胞)中。

(2) 甲的基因型为 $ggrrbb$,乙的基因型为 $GGRRBB$,其中决定果皮颜色与果肉颜色的基因位于同一对同源染色体上,即 gr 在一条染色体上, GR 在另一条染色体上。 F_1 的基因型是 $GgRrBb$, F_1 随机传粉,产生的配子种类有 GRB 、 GRb 、 grB 、 grb 4 种, F_2 可产生的基因型共有 9 种。

(3) 无子西瓜选育过程中用秋水仙素使染色体数目加倍,原理是秋水仙素抑制细胞有丝分裂中纺锤体的形成。生物的染色体组数越多,生长发育越慢,但同时体型会变大。用四倍体作母本,二倍体作父本,此时胚是三倍体,而种皮是由母本的珠被发育的,是四倍体,因此胚发育的时间短而种皮发育的时间长,当胚完全发育时,种皮尚未发育完全,故种皮较薄,利于种子的萌发,从而获得品质较好的无子西瓜。

2. (1) 不定向性 随机性 缺失

(2) 常染色体隐性遗传 父母不患该病,女儿中有患囊性纤维化的,说明该病为常染色体隐性遗传病 $\frac{1}{153}$ 产前诊断

(3) 帮助恢复 CFTR 蛋白的功能;帮助组装和运输 CFTR 蛋白至细胞表面

【解析】(1) 由题意可知,基因突变具有不定向性和随机性, $\Delta F508$ 突变型的 CFTR 中第 508 位的苯丙氨酸缺失,推测 CFTR 基因中有三个碱基对发生了缺失。

(2) 分析题意可知,父母正常而子代患病,说明该病为隐性遗传病;若控制该病的基因位于 X 染色体上,则不患该病男性



的女儿均不患病,与题意不符,因此囊性纤维化的遗传方式是常染色体隐性遗传。若用 A/a 表示相关基因,则父母的基因型均为 Aa ,表现正常的女儿的基因型及概率为 $\frac{1}{3}AA$ 、 $\frac{2}{3}Aa$ 。由该地人群中囊性纤维化发病率为 $\frac{1}{2500}$ 可知, aa 的基因型频率为 $\frac{1}{2500}$,则 a 的基因频率为 $\frac{1}{50}$, A 的基因频率为 $\frac{49}{50}$,因此 AA 的基因型频率为 $(\frac{49}{50})^2$, Aa 的基因型频率为 $2 \times \frac{1}{50} \times \frac{49}{50}$,故当地一正常男性的基因型及概率为 $\frac{49}{51}AA$ 、 $\frac{2}{51}Aa$ 。该女性和当地一正常男性结婚后怀孕,胎儿患囊性纤维化的概率为 $\frac{2}{51} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{153}$ 。由于囊性纤维化是由基因突变所引起的,因此为确定胎儿是否患有该疾病,该女性怀孕后可以进行产前诊断,如基因诊断等。

(3) 由题意可知,囊性纤维化是由基因突变所引起的蛋白质功能异常,进而导致该蛋白无法到达细胞膜形成氯离子通道,或即使通过某种方式定位到细胞膜也无法有效打开通道,从而造成氯离子运输严重障碍。因此可推知,该药物可能的作用机理是帮助恢复 CFTR 蛋白的功能;帮助组装和运输 CFTR 蛋白至细胞表面来增强它的功能;通过增加位于细胞表面 CFTR 通道的开放率,提高 CFTR 蛋白的活性,增加氯离子的转运等。

题组 2

1. (1) 2 100

(2) 50 湘云鲤为三倍体,不能产生正常的配子,不可育

(3) 抑制纺锤体的形成,从而使染色体不能移向细胞的两极,最终导致染色体数目加倍 保持受精卵的活性、保持受精卵的完整性

【解析】(1) 红鲫和湘江野鲤杂交产生的 F_1 为二倍体,但在 F_2 中出现了四倍体鲫鲤,其原因可能是 F_1 的雌雄个体均产生了含 2 个染色体组的配子,雌雄配子结合,得到了体细胞中含有 4 个染色体的 F_2 ; 四倍体鲫鲤体细胞含有 4 个染色体组,200 条染色体,同源染色体在减数分裂 I 前期,两两配对形成四分体,一个四分体包括两条染色体,故四倍体鲫鲤的一个卵原细胞在减数分裂形成卵细胞的过程中,同源染色体联会配对后会形成 100 个四分体。

(2) 湘云鲤为三倍体,体细胞中含有 3 个染色体组,150 条染色体,其中四倍体鲫鲤提供 2 个染色体组,共 100 条染色体,这 100 条染色体中有 50 条来自红鲫;湘云鲤为三倍体,不能产生正常的配子,即不可育,因此不会对其他鱼类种质资源产生干扰作用。

(3) 人工诱导动物多倍体意味着能使细胞中的染色体数目



加倍,热休克法是用略低于致死温度的高温短时处理正在进行分裂的细胞,推测这种方法的原理是抑制纺锤体的形成,从而使染色体不能移向细胞的两极,最终导致染色体数目加倍;结合题干“热休克法是用略低于致死温度的高温短时处理正在进行分裂的细胞”可知,若用这种方法处理受精卵抑制其第一次分裂,在操作时需要注意的是保持受精卵的活性、保持受精卵的完整性,使得受精卵能进行后续的发育。

2. (1) 染色 伴 X 染色体显性遗传 II_3 与 II_4 为同卵双胞胎,其基因型相同,但她们的表型不同,可推出 II_3 与 II_4 的基因型应为 $X^A X^a$, II_3 与 II_4 形成巴尔氏体的 X 染色体分别为 X^A 和 X^a

(2) 遗传咨询 产前诊断 $\frac{1}{2}$

(3) $X^A X^a$ $\frac{3}{8}$

【解析】(1) 观察巴尔氏体时需用甲紫溶液或醋酸洋红液对染色体进行染色。据题意可知, II_3 与 II_4 为同卵双胞胎,其基因型相同,但她们的表型不同,可推出 II_3 与 II_4 的基因型应为 $X^A X^a$, II_3 与 II_4 形成巴尔氏体的 X 染色体分别为 X^A 和 X^a , 因此该系谱图中遗传病的遗传方式为伴 X 染色体显性遗传。

(2) 据题意可知,该病为伴 X 染色体显性遗传病,属于单基因遗传病,可以通过遗传咨询和产前诊断等,对遗传病进行监测和预防,在一定程度上能够有效地预防遗传病的产生和发展。由(1)分析可知, II_4 的基因型为 $X^A X^a$ (卵子中的 X 染色体皆有活性), II_5 表型正常,其基因型为 $X^a Y$, 因此二者后代基因型及比例为 $X^A X^a : X^a X^a : X^A Y : X^a Y = 1 : 1 : 1 : 1$, 即所生男孩表型正常的概率为 $\frac{1}{2}$ 。

(3) III_1 表现为患病,而父亲正常,因此 III_1 的基因型为 $X^A X^a$; 若与一个患该病的男子 ($X^A Y$) 婚配,他们所生女儿不患病 (基因型为 $X^A X^a$, 且形成巴尔氏体的 X 染色体为 X^A) 的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, 所生儿子不患病的概率为 $\frac{1}{2}$, 故他们所

生后代表型正常的概率为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$ 。

3. (1) 随机性 脱氧核糖与磷酸

(2) 抑制 不能

(3) ①父本 ②雄配子在形成过程中,基因 R 突变为基因 r 或是雄配子在形成过程中,含基因 R 的染色体 (或片段) 缺失

【解析】(1) 基因 R 中插入了一段外来碱基序列使其突变为基因 r, 这种变异属于基因突变,而“插入”的位置是随机的,这体现了基因突变的随机性。DNA 由两条脱氧核苷酸链组成,脱氧核糖与磷酸交替连接构成主链的基本骨架。



(2) 根据表中信息,含有 SGR^Y 蛋白的种子子叶会呈现黄色,而含有 SGR^y 蛋白的种子子叶会常绿,且由题干可知,子叶颜色在种子成熟时变为黄色与叶绿素减少有关,推测叶绿体中 SGR^y 蛋白的作用可能是抑制叶绿素的分解,且该现象不能体现基因通过直接控制蛋白质的结构来控制生物体的性状。

(3) ①植株甲只有一株,只能产生少量的雌配子,但能产生大量的花粉,从而产生大量的种子,避免了实验过程中的偶然性,因此植株甲最好作为父本。②若植株甲为纯合子,则 F_1 表型应该为圆粒 (Rr),出现皱粒豌豆的原因可能是雄配子形成过程中, R 基因突变为 r 基因,或含有 R 基因的染色体(或片段)缺失,导致细胞中仅含有 r 基因,从而表达出可以遗传的皱粒的性状。

专题 3 生命活动的调节

刷类型 1 动物生命活动的调节

题组 1

1. (1) 胰岛素和胰高血糖素

(2) 神经调节 化学信号

(3) 切除胰腺后因缺乏胰岛素,血糖过高,超过肾小管对葡萄糖的重吸收能力 增加

【解析】(1) 胰岛 A 细胞分泌胰高血糖素,胰岛 B 细胞分泌胰岛素。

(2) 实验①剪断甲狗的胰管后喂食,立即有胰液自胰管流出,说明甲狗分泌胰液的调节方式是神经调节,直接作用于胰腺细胞的神经递质属于化学信号。

(3) 切除乙狗胰腺后喂食,一段时间后检测乙狗的尿糖含量,由于切除胰腺后缺乏胰岛素,血糖过高,超过肾小管对葡萄糖的重吸收能力,从而导致乙狗的出现尿糖且尿量增加。

2. (1) 下丘脑 反射弧 神经递质、胰岛素、胰高血糖素

(2) ①尿糖(或多饮、多食、多尿和体重下降) ②高糖高脂 心肌细胞凋亡率 NRG-1 通过降低心肌细胞的凋亡率来减轻高血糖引起的心肌损伤

【解析】(1) 人体血糖平衡是神经一体液共同调节的结果,下丘脑是血糖平衡的调节中枢,反射弧是完成神经调节的结构基础。由于血糖平衡是神经一体液共同调节的结果,所以参与血糖平衡调节的信息分子有神经递质、激素(胰岛素、胰高血糖素等)。

(2) ①大鼠空腹血糖高于 16.7 mmol/L ,有尿糖(或多饮、多食、多尿和体重下降)症状,经检测心脏功能也出现异常,即为 2 型糖尿病大鼠造模成功,为糖尿病心肌病组。②实验设计应该遵循单一变量原则和对照原则,所以健康对照组大鼠正常饲喂 4 周;10 只糖尿病心肌病组大鼠继续高糖高脂饲喂 4 周;剩余 30 只糖尿病心肌病组大鼠均分为三组,分别每天静脉注射 $1 \sim 3 \text{ mL}$ 等浓度的 NRG-1 溶液,并高糖高脂饲喂 4 周。结束后取各组大鼠心肌组织切片检测各组大鼠心肌细胞凋亡率的情况。通过题图实验结果可知,在一定范围内,大鼠体内 NRG-1 含量越高,心肌细胞的凋亡率越低,所以推测 NRG-1 通过降低心肌细胞的凋亡率来减轻高血糖引起的心肌损伤。

3. (1) 感受器(或感觉神经末梢) 相对静止状态变为显著活跃状态

(2) 静息 会

(3) 钙调蛋白 提高 正反馈

【解析】(1) 人体接受外界刺激的部位为感受器(或感觉神经末梢),感受器可分布在体表或体内,感受器接受刺激后产生的兴奋传递至有关神经中枢,并通过上行传导束传至大脑皮层,最终产生视觉、听觉或触觉等。在外界刺激下,神经纤维上 Na^+ 通道



开放,大量 Na^+ 内流,导致机体某些组织或细胞由相对静止状态变为显著活跃状态,从而表现出兴奋。

(2)若指针的偏转方向与电流方向一致,说明膜外为正电位,膜内为负电位,所以题图中微电极记录的是静息电位。若轴突 1 释放的是抑制性神经递质,则膜电位仍然是外正内负,但膜电位差会变得更大,即也会引起突触后膜的膜电位变化。

(3)正反馈调节是指某一生成的变化所引起的一系列变化促进或加强最初所发生的变化。由题图可知,释放出来的谷氨酸与有关受体结合后,膜外 Ca^{2+} 内流,使细胞内 Ca^{2+} 浓度升高,激活钙调蛋白,提高 nNOS 的活性,促进精氨酸生成 NO 和瓜氨酸,而 NO 进一步促进突触小体内谷氨酸的释放,这属于正反馈调节。

4. (1) 记忆 T 辅助性 T

(2) 凋亡

(3)PD-1 与 PD-L1 阻断剂相结合,阻止了肿瘤细胞表面的 PD-L1 与细胞毒性 T 细胞表面的 PD-1 的结合,细胞毒性 T 细胞的活性不被抑制,可以很好地发挥攻击肿瘤细胞的作用

(4)①等量生理盐水 ②PD-L1 ③M 具有减少肿瘤细胞表面的 PD-L1 的作用

【解析】(1)正常机体中细胞毒性 T 细胞接受 APC 呈递的抗原信息后被活化,随即增殖、分化形成新的细胞毒性 T 细胞和记忆 T 细胞,辅助性 T 细胞产生的细胞因子可以加速细胞毒性 T 细胞的增殖、分化。

(2)细胞毒性 T 细胞表面的 PD-1 与肿瘤细胞表面的 PD-L1 特异性结合将导致细胞毒性 T 细胞大量死亡,该过程受相应基因控制,故属于细胞凋亡。

(3)原理如答案所述。

(4)①实验组与对照组的设置要遵循单一变量原则及等量原则,故使用等量的生理盐水。

②该实验检测肿瘤细胞表面的 PD-L1 含量,要使用免疫组化检测的方法,该方法的本质为抗原和抗体的特异性结合反应,以 PD-L1 为抗原制备相应的抗体进行检测。

③依据图 2 分析可以得出的结论:M 具有减少肿瘤细胞表面的 PD-L1 的作用。

题组 2

1. (1) 促进 B 细胞的增殖分化 不相同

(2) 自身免疫 偏高

(3)负反馈 下丘脑细胞有糖皮质激素的调节轴中的激素 B 的受体,而无甲状腺激素的调节轴中的激素 B 的受体

【解析】(1)据题图可知,(辅助性)T 细胞分泌的物质 1 是细胞因子,在体液免疫过程中,细胞因子可和少数抗原以及辅助性 T 细胞表面的特定分子变化共同促进 B 细胞增殖分化为浆细胞。物质 2 是浆细胞分泌的抗体,抗体可以与抗原特



异性结合,从而发挥免疫效应。故物质 1 细胞因子与物质 2 抗体作用的原理不相同。

(2) 慢性淋巴细胞甲状腺炎是由机体产生抗体破坏甲状腺滤泡上皮细胞导致的,属于自身免疫病。该病患者体内的甲状腺激素较少,根据甲状腺激素的负反馈调节机制可知,其对下丘脑和垂体的抑制作用较弱,即与健康人相比,慢性淋巴细胞甲状腺炎患者体内激素 B 的分泌量偏高。

(3) 体内糖皮质激素的分泌与甲状腺激素的分泌一样,主要受下丘脑→腺垂体→肾上腺皮质轴的分级调节,且糖皮质激素含量偏高会抑制下丘脑与垂体的分泌活动,称为负反馈调节。由于下丘脑细胞有糖皮质激素的调节轴中的激素 B 的受体,而无甲状腺激素的调节轴中的激素 B 的受体,故在糖皮质激素的调节轴中的激素 B 能反过来抑制下丘脑的分泌活动,而在甲状腺激素的调节轴中的激素 B 不能反过来抑制下丘脑的分泌活动。

2. (1) 反射弧 大脑皮层 传出神经末梢及其支配的唾液腺

(2) 胰岛素 促进靶细胞 Y 加速摄取、利用和储存葡萄糖

(3) ALX 会导致肾小管和集合管细胞膜上抗利尿激素的受体数量减少(或 ALX 会阻止细胞内水通道蛋白的合成)

【解析】(1) 神经调节的结构基础是具有完整的反射弧。“望梅止渴”和“谈虎色变”都属于在大脑的参与下完成的条件反射,因此调节这两种神经活动的神经中枢位于大脑皮层,“望梅止渴”是唾液腺分泌了唾液,因此该活动中的效应器指的是传出神经末梢及其支配的唾液腺。

(2) 血糖浓度过高,会刺激胰岛 B 细胞分泌胰岛素增加,因此激素 B 是胰岛素,胰岛素可促进靶细胞 Y 加速摄取、利用和储存葡萄糖,从而使血糖浓度降低。

(3) 激素 A 能通过调控水通道蛋白的数量来调节水的重吸收,说明激素 A 为抗利尿激素,抗炎药物 ALX 会导致机体出现尿崩症,可能是 ALX 导致肾小管和集合管细胞膜上抗利尿激素的受体数量减少或 ALX 会阻止细胞内水通道蛋白的合成,使抗利尿激素不能很好地发挥作用,肾小管和集合管细胞对水分重吸收减少,从而使排尿量增加。

3. (1) 促甲状腺激素释放激素 体液调节

(2) 甘露醇不易渗入组织液且不会被代谢,静脉注射一定浓度的甘露醇溶液能使血浆渗透压升高,促使水分由组织液向血浆转移,达到初步消肿目的 细胞毒性 T

(3) 汗腺分泌汗液增加,皮肤血管舒张

【解析】(1) 下丘脑能分泌激素甲,作用于垂体,使其合成并分泌激素乙,作用于甲状腺,使其合成并分泌甲状腺激素,因此激素甲是促甲状腺激素释放激素,激素乙是促甲状腺激素。激素调节是体液调节的主要内容,是激素通过血液的传送,对人和动物体的新陈代谢和生长发育所进行的调节,该



激素能通过体液运输至垂体并起作用,故调节方式为体液调节。

(2) 血浆中的甘露醇不易渗入组织液且不会被代谢,医生给静脉注射一定浓度的甘露醇溶液,血浆渗透压升高,促使水分由组织液向血浆转移,达到初步消肿目的。在患者体内,随着病毒数量的增多,机体会启动“炎症风暴”,以免疫细胞的过度损伤(自杀式攻击)为代价“背水一战”,能诱导宿主细胞裂解死亡的细胞是细胞毒性 T 细胞,该细胞通过与靶细胞密切接触,使靶细胞凋亡,抗原暴露,而后通过体液免疫将它消灭。

(3) 体温调节是温度感受器接受体内、外环境温度的刺激,通过体温调节中枢的活动,相应地引起内分泌腺、骨骼肌、皮肤、血管和汗腺等组织器官活动的改变,从而调整机体的产热和散热过程,使体温保持在相对恒定的水平。在退烧的过程中增加散热的方式有皮肤汗液蒸发增加,毛细血管舒张,血流量增大等。

刷类型 2 植物生命活动的调节

题组 1

1. (1) 吲哚乙酸 沾蘸法

(2) 部分生长素向背光侧运输 光照引起向光侧生长素的分解 大

(3) 背光侧生长素浓度比向光侧高,而根对生长素较敏感,背光侧生长速度比向光侧慢

【解析】(1) 生长素的化学本质是吲哚乙酸。用生长素类调节剂处理插条的方法主要有浸泡法和沾蘸法。

(2) 单侧光照射后,向光侧生长素含量下降,其原因有两种可能。一种可能是生长素发生了横向运输,部分生长素由向光侧向背光侧运输;另一种可能是光照引起向光侧生长素的分解。由题图可知,与光强 $40 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 相比,光强 $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 对生长素分布的影响程度大。

(3) 在单侧光照射下,背光侧生长素浓度比向光侧高,由于根对生长素较敏感,背光侧生长素分布多,抑制根生长,向光侧分布少,促进根生长,从而导致植物根背光生长。

2. (1) 生长素、赤霉素 协同

(2) ②

(3) 实验设计:选取同种生长发育状况相同(或长势相同)的玫瑰若干枝,随机均分为甲、乙两组;甲组玫瑰花喷洒适量的细胞分裂素溶液(或蒸馏水),乙组玫瑰花喷洒等量的蒸馏水(或细胞分裂素溶液);将两组玫瑰花放在相同且适宜的条件下培养,记录两组玫瑰花花瓣变黄的时间长短。预期结果:乙组玫瑰花花瓣比甲组玫瑰花花瓣先变黄(或甲组玫瑰花花瓣比乙组玫瑰花花瓣先变黄)

【解析】(1) 据题图激素①有促进生长和果实发育的作用,判断其应为生长素;③有促进生长、抑制种子休眠的作用,应为赤霉素。①③都能促进细胞生长,因此在促进细胞伸长生长方面具有协同作用。

(2) ②抑制生长、促进种子休眠,应为脱落酸。农业生产中,农民通过将芫荽(香菜)的种子放在河流或深井中进行浸泡,目的是降低脱落酸的含量,解除其对细胞分裂的抑制,以提高种子的发芽率,因此这种做法与脱落酸②的相关性最大。

(3) 本实验的目的是验证细胞分裂素有延缓玫瑰花衰老的作用。实验的自变量为是否有细胞分裂素,因变量为花瓣变黄的时间。实验设计及预期结果见答案。

3. (1) 使组织中的细胞相互分离 分裂间 未成熟的种子、幼叶和幼根 下降

(2) 相同的

(3) 时间和空间



【解析】(1) 盐酸和酒精混合液处理根尖起着解离的作用,目的是使细胞分散开来。赤霉素有促进细胞分裂的作用,故用适宜浓度的赤霉素处理植物芽尖细胞,其细胞周期的分裂间期明显变短,此时期分子水平上所发生的变化主要是 DNA 复制和有关蛋白质的合成。植物体内赤霉素的合成主要在未成熟的种子、幼叶和幼根等生长旺盛的部位。用赤霉素多次喷洒水稻植株后,会引起其生长速度过快,植株增高,有机物的积累量减少,从而导致稻谷产量下降。

(2) 由题图可知,顶芽和侧芽产生的生长素向下运输后,均可促使 *IPT* 基因关闭,*CKX* 基因打开,故顶芽和侧芽产生的生长素对 *IPT* 基因和 *CKX* 基因的作用相同。

(3) 在植物的生长发育和适应环境变化的过程中,各种植物激素并不是孤立起作用的,而是多种激素相互作用共同调节。植物的生长发育过程,在根本上是基因组在一定时间和空间上程序性表达的结果。

刷有所得

细胞分裂素在根尖合成,在进行细胞分裂的器官中含量较高,细胞分裂素的主要作用是促进细胞分裂,诱导芽的分化,延缓叶片衰老。

题组 2

1. (1) 下降 减少

(2) 根系发达有利于水分吸收 干重减少可降低蒸腾作用

(3) 叶和果实的衰老和脱落

【解析】(1) 气孔导度主要影响气孔对 CO_2 的吸收,因此根据表格数据推测可知,干旱加重的情况下,气孔导度会下降,会导致 CO_2 吸收减少,使光合作用下降。

(2) 根冠比的增加表示促进了根的生长,抑制了地上部分的生长,地下部分根系发达有利于水分吸收,地上部分干重减少可降低蒸腾作用以适应干旱环境。

(3) 脱落酸的主要作用是抑制细胞分裂,促进叶和果实的衰老和脱落,以及提高植物的抗逆性和促进植物休眠。

2. (1) 根冠、萎蔫的叶片等 每天每株喷施 5 mL 的蒸馏水

(2) 无显著差异 (重度) 干旱时,植物细胞中脱落酸含量增多,使细胞中脯氨酸含量增多,细胞渗透压增大,吸水能力增强

(3) 脱落酸通过抑制转录过程来抑制蛋白质的合成

(4) 冬季植物合成的脱落酸较多,赤霉素较少,使植物进入休眠;夏季植物合成的赤霉素较多,脱落酸较少,使植物快速生长 相互作用、共同调节

【解析】(1) 脱落酸是植物体内的一种激素,其合成部位主要是根冠和萎蔫的叶片。脱落酸处理组采用每天每株喷施 5 mL $50 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的脱落酸溶液,对照组是不接受实验变量处理的对象组,因此,对照组的处理是每天每株喷施 5 mL 的

蒸馏水。

(2) 在正常水分和轻度干旱条件下各处理组间脯氨酸含量无显著差异,重度干旱条件下脯氨酸含量显著增加,且(外源)脱落酸的喷施进一步导致了脯氨酸的累积。这说明脱落酸提高植物抗旱能力的机制是重度干旱时,植物细胞中脱落酸含量增多,使细胞中脯氨酸含量增多,细胞渗透压增大,吸水能力增强。

(3) 尿苷是由一分子鸟嘌呤和一分子核糖组成的,是合成 RNA 的原料,脱落酸能阻止尿苷掺入核酸分子中,说明脱落酸能抑制转录;脱落酸不能抑制氨基酸掺入蛋白质分子中,说明脱落酸可能不抑制翻译。由此推测,脱落酸可能通过抑制转录过程来抑制蛋白质的合成。

(4) 长日照条件有利于赤霉素的合成,短日照条件有利于脱落酸的合成,因此某些植物“冬季休眠,夏季生长”的原因是夏季合成的赤霉素较多,脱落酸较少,使植株快速生长,而冬季合成的脱落酸较多,赤霉素较少,使植物进入休眠。由此可知,在植物个体生长发育和适应环境的过程中,各种植物激素不是孤立地起作用,而是相互协调、共同调节的结果。

专题 4 生物与环境

刷类型 1 种群和群落

题组 1

1. (1) 次生 随着时间推移,一个群落被另一个群落代替的过程

(2) 速度和方向

(3) 耐低温、耐干旱(或适应当地气候);多种树种搭配

【解析】(1) 塞罕坝改造过程中原有的土壤条件依旧保留,还保留了一些植物的种子和其他繁殖体,属于次生演替。群落的演替是指随着时间推移,一个群落被另一个群落代替的过程。

(2) 人类活动往往会使群落演替按照不同于自然演替的速度和方向进行。

(3) 塞罕坝处于纬度高、气温低、降水少的高原环境,人造林成活率低,为了提高人造林的成活率及稳定性,选择人工林树种时需要考虑的因素有耐低温、耐干旱;适应当地气候;多种树种搭配。

2. (1) ①随机取样 溪流两侧 等距 ②种群密度 9.15×10^{-2}

(2) 植株高度(茎高) 年龄结构 增大

(3) ①种类 丰富度 ②垂直结构

【解析】(1) ①研究植物种群时,要使取样结果具有代表性,就必须保证取样是随机的,即样方的选取应遵循随机取样原则;在该保护区中黑桫欏主要分布于一条溪流的两侧,因此表中的样带 A 和 B 应分别位于溪流两侧,由于溪流两侧属于长方形的地段,样方位置的选取应采用等距取样法。②分析表格,表中数据反映的是黑桫欏的种群密度,由于样带 A、B 的平均密度分别是 9.3×10^{-2} 株 \cdot m^{-2} 、 9.0×10^{-2} 株 \cdot m^{-2} ,所以测定结果为 $(9.3 \times 10^{-2} + 9.0 \times 10^{-2}) \div 2 = 9.15 \times 10^{-2}$ 株 \cdot m^{-2} 。

(2) 黑桫欏的生长主要体现在植株高度(茎高)增加方面,分析柱形图可知,图示数据主要反映的是黑桫欏种群特征中的年龄结构,该种群的年龄结构是年龄小的数量多,年龄大的数量少,因此属于增长型,可以预测该地黑桫欏种群密度将会增大。

(3) ①黑桫欏种群所在的森林群落中有蕨类植物 14 种,被子植物 113 种,这些调查结果是通过样方中所有植物种类的调查,获得了该森林群落的物种组成丰富度(群落中物种数目的多少)数据。②进一步调查结果分析发现,该群落中乔木层可分 2 个亚层,每层优势物种有十几种;黑桫欏是灌木层中的绝对优势种,其下还有种类丰富的草本层,呈现出分层现象,此数据反映出黑桫欏所处群落在空间上有较为复杂的垂直结构。

3. (1) 均匀分布



(2) 取样器取样法(样方法) 物质循环 能量流动

(3) 捕食 河蟹以杂草为食,减少了杂草和水稻的竞争(减少杂草竞争促进水稻光合作用) 河蟹松动田泥,有利于水稻根部有氧呼吸(增加田泥的氧气含量促进水稻根系细胞呼吸)

(4) 混养不利于不同生物充分利用环境资源(或河蟹与青鱼食性相似,种间竞争激烈,不利于二者生长)

【解析】(1) 稻田中水稻是人工种植的,其空间特征应为均匀分布;人工种植作物时,为充分利用光照等环境资源,应均匀分布、合理密植。

(2) 田泥中的底栖动物一般具有区域性强、活动能力弱、个体较小的特点,所以调查田泥中的底栖动物丰富度宜选用取样器取样法;底栖动物可作为分解者或消费者,促进生态系统的物质循环和能量流动。

(3) 河蟹以稻田中杂草为食,所以河蟹与杂草的种间关系是捕食;杂草与水稻为种间竞争关系,河蟹以杂草为食,可以减少杂草和水稻的竞争;河蟹活动过程中松动田泥,可以提高田泥中的含氧量,有利于促进水稻根部有氧呼吸。

(4) 河蟹与青鱼食性相同,会竞争相同的环境资源,不利于河蟹充分利用环境资源,进而影响河蟹产量。

题组 2

1. (1) 种间竞争 样方

(2) 当地没有相应的天敌,空间资源充足,气候适宜

(3) 在此人工林中随机选取若干样方,调查各样方中植物的丰富度后,向其分别引入一定数量的作物 X,再定期调查各样方中植物的丰富度

【解析】(1) X 是植物,引入该地后会和当地植物之间产生种间竞争关系,调查植物种群密度常用样方法。

(2) 由于当地没有相应的天敌、空间资源充足、气候适宜等,将外来物种引入后,有可能会在当地泛滥成灾。

(3) 为探究引入 X 对当地人工林植物多样性的影响,时间是自变量,植物多样性可以用植物的种类表示,调查方法是样方法,具体研究思路见答案。

2. (1) 生态系统

(2) 光照(强度) 次生演替

(3) 取样器取样法 记名计算法和目测估计法 林窗面积和邻近区域植物的丰富度

【解析】(1) 老龄树死亡形成朽木,不久之后朽木上长出蘑菇、苔藓、蕨类,蚂蚁、老鼠等生物也来此定居,其中所有生物以及它们生存的非生物环境共同构成了一个微型“生态系统”,即生态系统包括了所有生物及其生存的环境。

(2) 林窗形成后,首先是草本植物迅速生长,第二年长出灌木并逐渐成为优势物种,影响草本和灌木等植物生长的主要环



境因子是光照,灌木在与草本植物竞争阳光的过程中占优势,灌木逐渐成为优势种,在林窗中进行的群落演替属于次生演替。

(3) 土壤小动物活动能力强、身体微小,调查土壤小动物类群丰富度常用取样器取样法;统计土壤小动物物种数目时,对于个体较大、数量有限的物种常用记名计算法,对于个体小、数量多、无法计数的动物用目测估计法。分析题图信息可知,随林窗面积和邻近区域植物的丰富度增大,林窗植物丰富度相对值先增大后逐渐稳定,因此可推测,影响林窗植物丰富度的主要环境因素为林窗面积和邻近区域植物的丰富度。

3. (1) 一种生物以另一种生物为食 数学 负反馈 P_2 N_2

(2) 协同进化

(3) 增加 捕食者通过捕食个体数量多的物种为其他物种生存提供了空间

【解析】(1) 一种生物以另一种生物为食称为捕食关系;该模型以坐标、图形的形式呈现,属于数学模型;根据题图可以看出,在 $N_1 \sim N_2$ 、 $P_2 \sim P_1$ 段,捕食者的种群数量减少时,猎物的种群数量在增加,即猎物的种群数量会随着捕食者种群数量的减少而增加;在 $N_2 \sim N_3$ 、 $P_1 \sim P_3$ 段,猎物的种群数量增加时,捕食者数量也在增加,但是当捕食者数量达到一定的程度后,猎物数量又在不断减少,这种变化趋势反映了生态系统中普遍存在的负反馈调节。猎物种群数量超过 N_2 ,则会引起捕食者种群数量的增加;捕食者种群数量超过 P_2 ,则猎物的种群数量会减少,两者相互作用,使猎物和捕食者的数量在 N_2 和 P_2 水平上保持动态平衡,即捕食者和猎物的 K 值分别为 P_2 、 N_2 。

(2) 不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展,这就是协同进化,植物和食草动物的变化,属于协同进化。

(3) 捕食者与猎物的相互关系是经过长期的协同进化逐渐形成的,捕食者的存在对猎物也是有益的,因为捕食者所吃掉的大多是猎物中的年老、病弱或年幼的个体,同时往往捕食种群数量较大的猎物物种,因此捕食者的存在通常会导致生物多样性增加。

刷有所得

物理模型:以实物或图片形式直观表达认识对象的特征,如:DNA 双螺旋结构模型、细胞膜的流动镶嵌模型。概念模型:指以文字表述来抽象概括出事物本质特征的模型,如:对真核细胞结构共同特征的文字描述、光合作用过程中物质和能量的变化的解释、达尔文的自然选择学说的解释模型等。数学模型:用来描述一个系统或它的性质的数学形式,如:酶活性受温度(pH)影响示意图,不同细胞的细胞周期持续时间等。

刷类型 2 生态系统及生态环境保护

题组 1

1. (1) 生态系统的组成成分

(2) 样方法 种间竞争和互利共生 形成保护色, 适应环境, 有利于树懒躲避天敌的捕食

(3) 12

(4) 调节生物的种间关系, 进而维持生态系统的平衡与稳定

【解析】(1) 生态系统的结构包括生态系统的组成成分和营养结构两部分。

(2) 树懒活动能力弱, 活动范围小, 调查其种群密度应采用样方法。树懒身上有大量的树懒蛾, 树懒蛾以嫩叶为食, 树懒也以嫩叶为食, 两者之间属于种间竞争的关系; 同时树懒蛾能帮助树懒养殖绿藻, 树懒的粪便为树懒蛾幼虫提供食物和繁育场所, 由此可见, 树懒和树懒蛾又属于互利共生的关系。树懒活动能力弱, 藻类使树懒外表呈现绿色, 这是一种保护色, 有利于树懒适应环境, 躲避天敌的捕食。

(3) 结合表格数据, 丁到下一营养级的能量传递效率 $= 12.6 \div 105.0 \times 100\% = 12\%$ 。

(4) 树懒通过到栖息地以外的地方排便防止天敌捕食栖息地中的同类, 体现了生态系统的信息传递能调节生物的种间关系, 进而维持生态系统的平衡与稳定性。

2. (1) 藻类数量减少, 需氧型细菌大量繁殖, 溶解氧随有机物被细菌分解而大量消耗

(2) 生态系统具有一定的自我调节能力 负反馈调节

(3) BC 藻类增加, 其食物增加, 同时溶解氧增加, 代谢增强, 繁殖加快

(4) 加设一组烧杯, 向其中加入 100 mL BC 段河水和 0.3 g 洗衣粉, 不加尿素

【解析】(1) 由题图可知, 在该河流的 AB 段上, 藻类数量先增加后减少, 使得产生的氧气减少, 且需氧型细菌大量繁殖, 溶解氧随有机物被细菌分解而大量消耗, 导致 AB 段上溶解氧大量减少。

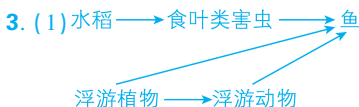
(2) 不同的生态系统都有在一定范围内消除外来干扰的能力, 这种能力被称为生态系统的自我调节能力, 因此河水受到了轻度污染后的自净过程, 说明了生态系统具有一定的自我调节能力。自我调节能力的基础是负反馈调节。

(3) 由题图可知, BC 段藻类大量增加, 则浮游动物的食物增加, 从而引起浮游动物数量的增加; 同时 BC 段溶解氧大量增加, 浮游动物的代谢增强、繁殖加快, 进而引起浮游动物数量的增加。

(4) 已知洗衣粉中含有一定量的磷, 尿素中含有一定量的氮, A 烧杯中既有 N 也有 P, B 烧杯中只有 N, C 烧杯中 N 和 P 都



没有,因此要证明当 N 和 P 都丰富时才引起藻类大量繁殖,则需要加设一组烧杯,向其中加入 100 mL BC 段河水和 0.3 g 洗衣粉,但不加尿素。



(2) 捕食和种间竞争 分解者 水稻、浮游植物等生产者(光合作用)固定

(3) 调整生态系统中的能量流动关系,使能量持续高效地流向对人类最有益的部分

【解析】(1) 根据题干信息分析,食叶类害虫危害水稻的叶片,鱼可以吃掉稻田中的食叶类害虫、浮游动物和浮游植物,浮游植物还可以被浮游动物捕食,构建的食物网具体见答案。

(2) 根据以上食物网分析,鱼和浮游动物都能以浮游植物为食,两者表现为种间竞争关系;鱼也可以捕食浮游动物,则两者之间还存在捕食关系。生态系统的生物组成成分包括生产者、消费者和分解者,而该食物网中只有生产者和消费者,没有分解者;驱动该农田生态系统运转的能量主要来源于水稻、浮游植物等生产者固定的太阳能。

(3) 与传统农业相比,该农田生态系统能够调整生态系统中的能量流动关系,使能量持续高效地流向对人类最有益的部分,因此可以显著地提高经济效益。

刷有所得

生态系统的结构包括生态系统的组成成分和营养结构,组成成分又包括非生物的物质和能量、生产者、消费者和分解者,营养结构是指食物链和食物网;生态系统的功能包括物质循环、能量流动和信息传递。

题组 2

1. (1) 消费者 加快生态系统的物质循环,对于植物的传粉和种子的传播等具有重要作用

(2) 大型真菌、跳虫 不能

(3) 物理

(4) 蜘蛛的遗体残骸和杂食性鸟(下一营养级)的粪便

【解析】(1) 杂食性鸟以植物、蝗虫和蜘蛛为食,因此杂食性鸟属于消费者,消费者在生态系统中的作用是加快生态系统的物质循环,对于植物的传粉和种子的传播等具有重要作用。

(2) 跳虫以植物和真菌的有机碎屑为食,因此跳虫属于分解者,同理大型真菌也属于分解者。分解者在分解有机碎屑的过程中释放的能量以热能的形式散失,不能被生产者利用。

(3) 在鸟类繁殖季节,雄鸟发出特殊的鸣叫声吸引雌鸟,这属于物理信息。

(4) 题图中蜘蛛同化的能量流向分解者的途径包括蜘蛛的遗体残骸和杂食性鸟(下一营养级)的粪便。

2. (1) 标记重捕法 出生率和死亡率

(2) 互花米草在竞争中占优势,且缺少天敌(捕食者) 食物(食物条件)和栖息地(栖息场所、栖息空间)

(3) 调节生物的种间关系

【解析】(1) 白头鹤是活动范围大、活动能力强的动物,故在调查白头鹤的种群密度时,常采用的方法是标记重捕法。影响种群密度的直接因素有迁入率和迁出率、出生率和死亡率。

(2) 生物的种间关系包括原始合作(互惠)、互利共生、种间竞争、捕食和寄生等。群落中植物为动物创造了多种多样的栖息空间和食物条件。生物入侵是指外来物种通过人的活动或其他途径侵入新的生态环境区域后,由于新生态环境缺乏能制约其繁殖的自然天敌及其他制约因素,与当地物种竞争有限的食物资源和空间资源后,形成优势种群,直接导致当地物种的退化,甚至被灭绝,造成当地生物多样性的削弱或丧失。故互花米草侵入该地区,成为单优势种群,是因为互花米草在竞争中占优势,且缺少天敌。互花米草的迅速扩散影响了当地的植被,进而影响了白头鹤的食物和栖息地,对其生存造成威胁。

(3) 黄鼠狼等天敌能够依据白头鹤留下的气味去猎捕,白头鹤同样也能够依据黄鼠狼等天敌的气味或行为躲避猎捕。可见,信息传递能够调节生物的种间关系,进而维持生态系统的平衡与稳定。

3. (1) d 大于 抵抗力

(2) 鼠用于生长、发育和繁殖的能量

(3) 标记重捕 逐渐增加

【解析】(1) 草原群落中的碳元素进入非生物环境的途径是 d 呼吸作用;若此草原向森林群落演替,物种丰富度增加,生产者的种类和数量增多,生产者吸收的 CO_2 量大于整个生物群落排出的 CO_2 量。物种丰富度增加,营养结构变复杂,生态系统的自我调节能力增强,生态系统的抵抗力稳定性升高。

(2) 题图乙是该生态系统中鼠摄食后能量的流向示意图,其中 A 表示鼠同化的总能量;B 表示鼠用于生长、发育和繁殖的能量;C 表示被分解者利用的能量。

(3) 种群密度常用的调查方法有样方法和标记重捕法,其中标记重捕法适用于调查活动能力强、活动范围大的动物(如鼠)的种群密度。题图丙中幼年个体数明显多于老年个体,即出生率大于死亡率,因此丙的年龄结构属于增长型,说明该鼠种群数量会逐渐增加。

专题 5 生物技术与工程

刷类型 1 发酵工程

题组 1

1. (1) 淀粉 氮源、水、无机盐 选择

(2) 碘液 透明圈 外观、形状 (或大小、隆起程度和颜色)

(3) 稀释涂布平板法 当两个或多个细胞连在一起时, 平板上观察到的只是一个菌落

【解析】(1) 为筛选能分泌淀粉酶的微生物, X 培养基应以淀粉为唯一碳源, 不分泌淀粉酶的微生物因缺少碳源而无法生存。培养微生物的培养基中, 要具备碳源、氮源、水和无机盐四大成分, 故还需要添加的成分有氮源、水、无机盐, 该培养基从功能上属于选择培养基。

(2) ③过程加入的显色剂是碘液, 淀粉遇碘变蓝, 产淀粉酶的菌落周围因淀粉被分解而出现透明圈。为确定目的菌的种类, 可结合菌落的外观、形状 (或大小、隆起程度和颜色) 等特征进行判断, 在一定的培养条件下, 同种微生物表现出稳定的菌落特征。

(3) 该研究使用的接种方法是稀释涂布平板法。该方法统计的菌落数往往比活菌的实际数目低, 这是因为当两个或多个细胞连在一起时, 平板上观察到的只是一个菌落。

2. (1) 不需要 灭菌处理会杀死果实带有的发酵菌种, 也会破坏果肉中的营养和风味物质

(2) 无氧、 $18\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

(3) 醋酸菌为好氧细菌, 需要在有氧条件下进行醋酸发酵
醋酸菌将乙醇变为乙醛, 再将乙醛变为醋酸

(4) pH 调味、抑制醋酸菌继续生长或防止杂菌污染

【解析】(1) 山楂表面含有天然的微生物, 如酵母菌等, 因而可以利用山楂制作果酒和果醋, 选取成熟度高、色泽鲜红的山楂果实, 破碎后不需要进行灭菌处理, 以免杀死果实带有的发酵菌种, 或破坏果肉中的营养和风味物质。

(2) 酒精发酵时用到的是酵母菌, 其代谢类型为异养兼性厌氧型, 在有氧条件下大量增殖, 产生二氧化碳和水, 在无氧条件下产生酒精, 酒精发酵时一般将温度控制在 $18\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 故酒精发酵时的环境条件应为无氧、 $18\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 醋酸菌是好氧细菌, 需要在有氧条件下进行醋酸发酵, 故用透气纱布封口进行振荡培养, 其在氧气和糖源充足时将葡萄糖分解为醋酸, 在氧气充足、糖源不足时, 将乙醇变为乙醛, 再将乙醛变为醋酸。

(4) 果醋呈酸性, 故通过检测滤液的 pH 可以初步确认果醋是否制作成功。过滤收集果醋并加入适量的食盐, 其目的可

能是调味、抑制醋酸菌继续生长或防止杂菌污染。

3. (1) 先给装置适当通气再密封(或发酵瓶留有约 $\frac{1}{3}$ 的空间)

(2) 增加碳源含量 选择 酵母菌可以生长繁殖,而绝大多数其他微生物都因无法适应这一环境而受到抑制

(3) 不再有气泡产生时

(4) ①由橙黄色变为灰绿色 ②稀释涂布平板法只能计数活菌,且当两个或多个细胞连在一起时,平板上观察到的是一个菌落;而显微镜直接计数法是死菌、活菌都被计数在内

【解析】(1) 酵母菌是兼性厌氧生物,在进行酒精发酵时应先进行有氧呼吸使其大量繁殖,再进行无氧呼吸进行酒精发酵,故他们应采取的操作是先给装置适当通气再密封,或发酵瓶中留有大约 $\frac{1}{3}$ 的空间,盖好瓶盖。

(2) 冰糖属于糖类,元素组成是 C、H、O,微生物培养时,加入冰糖可增加碳源含量;在缺氧、呈酸性的发酵液中,酵母菌可以生长繁殖,而绝大多数其他微生物都因无法适应这一环境而受到抑制,起到了选择作用,故该培养基从功能角度看,属于选择培养基。

(3) 酵母菌无氧呼吸的产物是酒精和二氧化碳,故当不再有气泡产生,即意味着二氧化碳和酒精不再产生时,可表示酵母菌无氧呼吸停止,发酵完毕。

(4) ①酒精是否生成可用酸性重铬酸钾进行检验,若发酵液样液的颜色变化是由橙黄色变为灰绿色,则证明有酒精产生。②利用稀释液布平板法计数时,计数的是活菌数量,且当两个或多个细胞连在一起时,平板上观察到的是一个菌落;而显微镜直接计数法是死菌、活菌都被计数在内,故实验数据显示为 $N2 > M2$ 。

题组 2

1. (1) 高压蒸汽灭菌 水、碳源、氮源、无机盐

(2) 枯草芽孢杆菌能产生纤维素酶、淀粉酶和蛋白酶,有利于畜禽消化食物

(3) 去除 BX1-10 菌株的培养液、去除 BX1-12 菌株的培养液、未培养过枯草芽孢杆菌的无菌培养液

(4) BX1-12 与其他菌株相比,BX1-12 的产酶活性更高,抑制病原菌的菌种种类更多,抑菌圈直径更大

【解析】(1) 培养基常用高压蒸汽灭菌法进行灭菌,培养基中主要含有微生物生长所需的水、碳源、氮源、无机盐等成分。

(2) 枯草芽孢杆菌一方面可以产生纤维素酶、淀粉酶和蛋白酶有利于畜禽消化食物;另一方面,能够抑制病原菌生长,提高畜禽的抵抗力,故常在饲料中添加枯草芽孢杆菌。

(3) 实验目的是从高产奶牛瘤胃液中筛选出能够高效产酶及抑菌的菌株,因此需要研究不同菌株的产酶活性,以及对不同微生物的抑菌效果,由“加入等量的去除 AX1-3 菌株的培



养液”可知,本实验中利用减法原理设置对照实验,即实验的自变量应该是去除不同菌株的培养液及含不同微生物的平板,故每个平板上的 4 个小孔中应该分别加入等量的去除 AX1-3 菌株的培养液、去除 BX1-10 菌株的培养液、去除 BX1-12 菌株的培养液和未培养过枯草芽孢杆菌的无菌培养液(空白对照组)。

(4) 与其他菌株相比,BX1-12 的产酶活性更高,抑制病原菌的菌种种类更多,抑菌圈直径更大,故 BX1-12 更符合要求。

2. (1) 聚乙烯醇(或 PVA)

(2) 通过选择培养筛选出 PVA 高效分解菌同时增加 PVA 分解菌的数量

(3) 1.6×10^9 稀释涂布平板 偏小

(4) 碘 出现白色透明斑

【解析】(1) 题表中是筛选出能高效分解 PVA 的细菌的培养基配方,该培养基从功能角度看,属于选择培养基,其配制过程中应该以 PVA 为唯一碳源,其他不能分解 PVA 的微生物因缺少碳源而无法生存,因此表中 X 物质最可能为聚乙烯醇(或 PVA)。

(2) 若图中污水取样是从聚乙烯醇(PVA)污染的水体中采集的,通过图示过程分离出分解聚乙烯醇(PVA)的菌落,则过程 1 为选择培养,其作用是筛选出 PVA 高效分解菌同时增加 PVA 分解菌的数量。

(3) 空白对照组平板上未出现菌落,说明制备的平板合格,实验操作可靠,则 100 mL 原菌液中的 PVA 分解菌有 $160 \div 0.1 \times 10^4 \times 100 = 1.6 \times 10^9$ 个;这种接种方法为稀释涂布平板法,只能计数活菌,且当涂布过程中出现两个或多个细菌聚集在一起时,我们看到的只是一个菌落,故通过该方法测得的菌落数值与实际值相比一般会偏小。

(4) 根据题意可知,“PVA 与碘作用时能产生蓝绿色复合物,当 PVA 被分解时蓝绿色复合物消失,形成白色透明斑”,因此要鉴定分离出的细菌是否为 PVA 分解菌,培养 PVA 分解菌的培养基中还需要加入碘,若菌落周围出现白色透明斑,则该菌为 PVA 分解菌。

易错警示

稀释涂布平板法和平板划线法都能用于对微生物进行分离纯化,但只有稀释涂布平板法可用于对微生物进行计数。

3. (1) 氧气充足、温度为 30~35 ℃

(2) ①牛肉膏 在缺乏糖源的情况下,使醋酸菌以乙醇为底物生成醋酸 ②梯度稀释 醋酸菌代谢产生的醋酸会释放到菌落周围,醋酸会溶解培养基中不透明的 CaCO_3 ,在菌落周围形成透明圈

(3) ADH 和 ALDH 酶活力



【解析】(1) 醋酸菌是好氧细菌,多数醋酸菌的最适生长温度为 $30\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$,因此果醋制作过程中需要将发酵条件控制为通气和 $30\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度条件。

(2) ①题表选择培养基中为醋酸菌的生长繁殖提供氮源的是牛肉膏,因为牛肉膏中富含氮元素,为了达到富集培养的目的,在富集培养基中添加了高含量的葡萄糖,从而有利于醋酸菌的繁殖,而在选择培养基中葡萄糖的含量远低于富集培养基的,该处理的目的是使醋酸菌在缺乏糖源的情况下,以乙醇为底物生成醋酸。

②从富集培养基中吸取少量菌液,经过梯度稀释后涂布接种到选择培养基上,培养后挑选产生透明圈的单菌落,得到耐乙醇的醋酸菌菌株。本实验中可根据透明圈来鉴别醋酸菌,因为醋酸菌代谢产生的醋酸能溶解培养基上不透明的 CaCO_3 ,从而在菌落周围形成透明圈。

(3) 乙醇脱氢酶(ADH)和乙醛脱氢酶(ALDH)是醋酸发酵的两种关键酶,因此在用高浓度乙醇处理后,可对筛选的耐乙醇菌株进行ADH和ALDH的酶活力检测来进一步筛选耐乙醇醋酸高产菌株。

刷类型 2 细胞工程

题组 1

1. (1) 次生 抗病、抗虫 不占用耕地,几乎不受季节、天气等的限制,对于社会、经济、环境保护具有重要意义

(2) ①光质 蓝光 红光 ②红光 蓝光 ③不合理,由题图可知,红光条件下愈伤组织最大,但有效成分的含量最少

(3) 保证氧气供应充足,使培养液与细胞充分接触

【解析】(1) 水母雪莲的有效成分为粗毛豚草素,粗毛豚草素属于水母雪莲的次生代谢物,次生代谢物是一类小分子有机化合物,在植物的抗性(抗病、抗虫等)方面发挥作用。植物细胞工厂化生产该有效成分不占用耕地,且几乎不受季节、天气等的限制,对于社会、经济、环境保护具有重要意义。

(2) ①本实验探究不同的光质对水母雪莲愈伤组织生长、转化有效成分的中间物质和粗毛豚草素的形成的影响,故自变量为光质。由题图可知,蓝光条件下,愈伤组织中中间物质含量最高,说明蓝光对愈伤组织中中间物质合成的促进作用最强;红光条件下的中间物质含量最低。

②与黑暗条件下相比,红光条件下愈伤组织生长得最好,蓝光条件下愈伤组织生长得最差,故在红光条件下利于愈伤组织的生长,而蓝光条件对愈伤组织的生长无明显作用。

③由题图可知,红光条件下愈伤组织最大,但生产的有效成分含量最低,故说法不合理。

(3) 植物细胞需进行有氧呼吸,植物细胞培养过程中需要不断通入无菌空气,并进行搅拌,其目的是保证氧气供应充足,使培养液与细胞充分接触。

2. (1) 逆转录 质粒(噬菌体)

(2) 二次免疫后,产生的 B 淋巴细胞更多

(3) 骨髓瘤细胞

(4) 维持培养液的 pH

(5) 单克隆抗体 A;能特异性地识别病毒且中和效果好

(6) 快速检测是否感染,有效治疗患者

【解析】(1) 以 RNA 为模板构建 cDNA 需要经过逆转录过程。质粒是基因工程最常用的载体,除此之外,还可以用噬菌体、动植物病毒等作为载体,将目的基因导入大肠杆菌时需要构建表达载体,常用的表达载体是质粒或噬菌体。

(2) 在小鼠腹腔内注射 VP1 蛋白进行免疫 35 天,在获取 B 淋巴细胞前 3 天再次注射 VP1 蛋白,可以通过二次免疫产生更多的 B 淋巴细胞。

(3) 由于缺失 *HPRT* 基因的细胞无法在 HAT 培养基中生存,HAT 培养基可以筛选出骨髓瘤细胞与 B 淋巴细胞融合的杂交瘤细胞,其他细胞都会死亡,B 淋巴细胞的存活时间较短,



不需要特别筛选,所以缺失 *HPRT* 基因的细胞就是不能在 HAT 培养基上生存的细胞,即为骨髓瘤细胞。

(4) 在杂交瘤细胞筛选培养过程中需在培养基中添加胎牛血清,并置于 37°C 、 50 mL/L CO_2 培养箱中培养,培养箱中 CO_2 的作用是维持培养液的 pH。

(5) 由题图可以看出,使用单克隆抗体 A 后检测出的感染 EV71 的细胞要多于使用单克隆抗体 B,所以单克隆抗体 A 更能特异性识别病毒;且由题图可以看出,单克隆抗体 A 的中和效果好。

(6) 该单克隆抗体具有很高的特异性,能够快速检测是否感染,有效治疗患者。

3. (1) 减数分裂 II (或 M II 期) 电刺激 发育的全能性 不同的分化诱导因子

(2) 受精卵(基因组) 抗原决定基因的表达

(3) *SRY* 基因的一段核苷酸序列 雌

【解析】(1) 利用体细胞核移植技术培养免疫匹配的移植器官时,需将病人体细胞核移入培养至 M II 期的去核卵母细胞中,使其重组后再通过电刺激等方法将重组细胞激活并发育成一个新的胚胎。胚胎干细胞在功能上具有发育的全能性,据此在培养液中加入不同的分化诱导因子,如牛磺酸等,可诱导 ES 细胞向不同类型的组织细胞分化。

(2) 利用基因工程的方法,向器官供体动物的受精卵(基因组)中导入某种调节因子,以抑制抗原决定基因的表达,或设法除去抗原决定基因,再结合克隆技术可培育出没有免疫排斥反应的转基因克隆动物器官。

(3) *SRY*-PCR 法需先用 Y 染色体上的性别决定基因 *SRY* 的一段核苷酸序列作引物,以从胚胎细胞提取的 DNA 为模板进行 PCR 扩增,后用 *SRY* 特异性探针对扩增产物进行检测,出现阴性反应者,即为无 Y 染色体的雌性个体。

题组 2

1. (1) 纤维素酶和果胶酶 灭活病毒诱导法

(2) 电融合法、离心法 再生出新的细胞壁

(3) 脱分化 提供营养和调节渗透压 培养基中生长素和细胞分裂素用量的比例偏低

(4) 它们是不同的物种,存在生殖隔离 能够克服远缘杂交不亲和的障碍,培育作物新品种

【解析】(1) 植物细胞壁的主要成分是纤维素和果胶,根据酶的专一性原理,过程①需要将上述两种细胞用纤维素酶和果胶酶处理可以得到原生质体 A 和原生质体 B。诱导原生质体融合的方法包括:物理方法(电融合法、离心法)和化学方法(一般用聚乙二醇),诱导动物细胞融合的方法包括:物理方法(电融合法、离心法)、化学方法(一般用聚乙二醇)和灭

活病毒诱导法,因此与杂交瘤细胞的制备方法相比,该过程不能用灭活病毒诱导法进行促融。

(2) 诱导原生质体融合的方法包括:物理方法(电融合法、离心法)和化学方法(一般用聚乙二醇)。融合完成的标志是再生出新的细胞壁,即过程③完成的标志是再生出新的细胞壁。

(3) 经过步骤④形成愈伤组织,因此步骤④是脱分化过程。蔗糖是一种二糖,在培养愈伤组织的培养基中添加蔗糖可以提供营养和调节渗透压。在植物组织培养过程中,培养基中生长素与细胞分裂素用量的比值偏高时,主要诱导根的形成,生长素与细胞分裂素用量的比值偏低时,主要诱导芽的形成。因此若愈伤组织在诱导生根的培养基上未形成根,但分化出了芽,原因可能是培养基中生长素和细胞分裂素用量的比例偏低。

(4) 通常情况下,由于草木樨状黄芪和木本霸王是两个不同的物种,两者之间存在生殖隔离,因此草木樨状黄芪和木本霸王有性杂交是不能成功的。与传统杂交技术相比,植物体细胞杂交技术的优点是克服了远缘杂交不亲和的障碍,获得了自然界不存在的作物新品种,该新品种继承了两种植物体细胞的全部染色体。

2. (1) 精子获能 受精前的准备阶段和受精阶段

(2) 囊胚 内细胞团 分割后胚胎的恢复和进一步发育

(3) 胚胎移植 受体母牛对移入子宫的外来胚胎基本上不发生免疫排斥反应

(4) A、B、C

【解析】(1) 自然条件下,公牛的精子必须在母牛的生殖道发生相应的生理变化后,才能获得受精能力,这一生理现象称为精子获能。经过 a 过程形成受精卵,需要经历受精前的准备阶段和受精阶段,而后受精卵可以进入胚胎发育过程。

(2) 受精卵经过 b 过程后,若采用 c 技术,即胚胎分割技术,一般选用发育到囊胚阶段的胚胎进行处理,处理时应注意将③内细胞团均等分割,以免影响分割后胚胎的恢复和进一步发育,进而可提高分割后形成胚胎的存活率。

(3) d 过程为胚胎移植,胚胎之所以能够在受体母牛子宫内存活,是因为胚胎在受体母牛子宫内不会受到免疫排斥,即受体母牛子宫对移入的胚胎基本不发生免疫排斥反应。

(4) 图示不同操作流程培育出的良种奶牛 A、B、C 都是通过体外受精、早期胚胎培养和胚胎移植等过程培育的都属于“试管牛”。

3. (1) 启动子、终止子 显微注射 细胞代谢物积累对细胞自身造成危害

(2) 胰蛋白酶(或胰蛋白酶和胶原蛋白酶) 基因的选择性表达



(3) 基因工程、动物细胞培养 将动物一个细胞的细胞核,移入另一个去核的卵母细胞中,使这个重新组合的细胞发育成一个新的胚胎,继而发育成动物个体

【解析】(1) 启动子是 RNA 聚合酶识别和结合位点,可启动转录,终止子使转录停止,人工合成的 *OSNL* 基因由于缺乏启动子、终止子而不能表达,需要在 *OSNL* 基因的两端构建该序列。将目的基因导入动物细胞最常用的方法是显微注射法,因此常用显微注射法将 *OSNL* 基因导入单个 CEFs 中。动物细胞培养时,定期更换培养液能清除代谢物,防止细胞代谢物积累对细胞自身造成危害。

(2) 动物组织的细胞之间相连物质的化学本质主要是蛋白质,所以用胰蛋白酶、胶原蛋白酶对动物组织进行处理,使其水解成小分子物质,从而使动物组织分散成单个细胞以制成细胞悬液,因此用玻璃针剥离 iPS 细胞团,转入含有胰蛋白酶(或胰蛋白酶和胶原蛋白酶)的消化液中获得单细胞。细胞分化是指在个体发育中,由一个或一种细胞增殖产生的后代,在形态、结构和生理功能上发生稳定性差异的过程,细胞分化的实质是基因的选择性表达,因此 iPS 细胞诱导生成 iPGCs 的过程中,由于基因的选择性表达,细胞的形态、结构和功能逐渐出现差异。

(3) 诱导培育 iPS 细胞过程是将 *OSNL* 基因导入黑羽鸡胚成纤维细胞(CEFs),诱导其重编程为诱导多能干细胞(iPS 细胞),采用的生物技术有基因工程和动物细胞培养。动物细胞核移植技术是将动物一个细胞的细胞核,移入另一个已经去核的卵母细胞中,使这个重新组合的细胞发育成一个新的胚胎,这个新的胚胎最终发育成为动物个体。

刷类型 3 基因工程

题组 1

1. (1) RNA 聚合酶 (自我)复制

(2)不能 从基因组文库获取的 *IFN* 基因含有内含子,原核生物大肠杆菌无法将转录形成的产物加工成 mRNA,从而无法获得 IFN *Taq* DNA 聚合酶热稳定性高,而大肠杆菌的 DNA 聚合酶在高温下会失活

(3)标记 *EcoR* I 会破坏质粒的复制原点,导致无法正常复制

【解析】(1)图 1 为所用载体示意图,质粒 DNA 含有启动子,启动子是 RNA 聚合酶识别并结合的位点,进而驱动基因的转录过程。质粒 DNA 上的复制原点可以保证质粒在受体细胞中能进行(自我)复制。

(2)从基因组文库中获取的 *IFN* 基因,导入大肠杆菌中不能成功获得表达,这是因为从基因组文库获取的 *IFN* 基因含有内含子,原核生物大肠杆菌无法将转录形成的产物加工成 mRNA,从而无法获得 IFN;目前 PCR 反应体系中使用的是 *Taq* DNA 聚合酶而不是大肠杆菌的 DNA 聚合酶,是因为 PCR 过程是通过调节温度实现的,且温度较高,因而需要耐高温的 DNA 聚合酶,*Taq* DNA 聚合酶热稳定性高,符合 PCR 技术的要求,而大肠杆菌的 DNA 聚合酶在高温下会失活,无法起到相应的作用。

(3)图 1 中的 *Amp^R* 可作为标记基因,用于检测受体细胞中是否成功导入目的基因。在利用上述材料构建基因表达载体时,不能选用 *EcoR* I,因为其识别位点位于复制原点中,若用该酶会导致复制原点被破坏,综合考虑应该选用 *BamH* I 和 *Hind* III 切割目的基因和质粒,从而保证重组质粒上有一个完整的标记基因,且目的基因不被破坏,能与质粒正向连接。

2. (1)逆转录酶 PCR 技术

(2)单独的 S 蛋白基因在大肠杆菌中不能稳定遗传 启动子 终止子 标记基因

(3) Ca^{2+} (氯化钙) 使大肠杆菌成为感受态细胞,有利于吸收重组 DNA 分子

(4)抗原—抗体杂交技术

【解析】(1)步骤①中以 RNA 为材料获得 cDNA 是逆转录过程,需要逆转录酶。PCR 技术可以在体外大量扩增 S 蛋白基因。

(2)由于单独的 S 蛋白基因在大肠杆菌中不能稳定遗传,所以不能直接将 S 蛋白基因导入大肠杆菌,需要通过步骤②构建基因表达载体。基因表达载体的组成包括目的基因、启动子、终止子和标记基因等。

(3)目的基因导入微生物细胞常用 Ca^{2+} (氯化钙)处理,使其

成为感受态细胞,有利于吸收重组 DNA 分子。

(4) 为了检测步骤④获得的 S 蛋白是否能引起与新型冠状病毒 S 蛋白相同的免疫反应,常用抗原—抗体杂交技术进行检测。

3. (1) *Hind* III 目的基因被破坏以及目的基因和质粒的自我环化或反向连接 黏性

(2) 抗四环素基因被破坏

(3) T-DNA

(4) 植物细胞的全能性

(5) 抗盐基因是否转录出 mRNA 并翻译出蛋白质 个体水平上抗盐

【解析】(1) 在构建重组质粒时,*Bam*H I 会破坏抗盐基因,可以选用 *Hind* III 和 *Sal* I 两种限制酶切割目的基因的两端及质粒,所选的限制酶不会破坏目的基因,且双酶切可以避免目的基因和质粒的自我环化或反向连接。DNA 分子经限制酶切割产生的 DNA 片段末端通常有两种形式——黏性末端和平末端,当限制酶在它识别序列的中心轴线(中轴线)两侧将 DNA 切开时产生的是黏性末端,因此限制酶 *Sal* I 切割产生的是黏性末端。

(2) 图示中限制酶在质粒上的切割位点都位于抗四环素基因内部,则含重组质粒的农杆菌只含有完整的抗氨苄青霉素基因,不含完整的抗四环素基因(被插入的目的基因破坏),故这种农杆菌不能在含四环素的培养基上生长。

(3) 农杆菌中的 Ti 质粒上的 T-DNA 可转移至受体细胞,并且整合到受体细胞染色体的 DNA 上,根据农杆菌的这一特点,如果将目的基因插入 Ti 质粒的 T-DNA 上,通过农杆菌的转化作用,就可以把目的基因整合到植物细胞中染色体的 DNA 上。

(4) 利用植物组织培养技术培育转基因抗盐烟草植株,依据的原理是高度分化的植物细胞具有发育成完整植株的能力,即植物细胞的全能性。

(5) 基因的表达产物是 mRNA 和蛋白质,要知道导入抗盐基因的烟草是否可以表达其遗传特性,需要检测抗盐基因是否转录出 mRNA 并翻译出蛋白质,还需进行个体水平上的抗盐鉴定。

题组 2

1. (1) 从预期的蛋白质功能出发 预期的蛋白质(三维)结构 应有的氨基酸序列 相应的脱氧核苷酸序列(基因)

(2) 自然界已存在 基因改造 基因合成 改造

(3) 空间

(4) 对基因的操作 基因控制蛋白质的合成,并且基因能遗传给下一代

【解析】(1) 蛋白质工程的基本流程是从预期的蛋白质功能出发→设计预期的蛋白质(三维)结构→推测应有的氨基酸

序列→改造或合成相对应的脱氧核苷酸序列→获得所需要的蛋白质。

(2) 基因工程和蛋白质工程相比较,基因工程在原则上只能生产出自然界中已经存在的蛋白质,这样的蛋白质不一定符合人类生产生活的需要,而蛋白质工程是以蛋白质分子的结构规律及其与生物功能的关系为基础,通过基因改造或基因合成,对现有蛋白质进行改造,或制造出一种新的蛋白质,以满足人类的生产和生活需要。

(3) 因蛋白质具有十分复杂的空间结构,造成蛋白质工程实施的难度很大。

(4) 对天然蛋白质进行改造,是通过对基因的操作来实现的,这是因为基因可以控制蛋白质的合成,并且基因能遗传给下一代。

2. (1) ①RNA 聚合酶识别和结合的部位,驱动基因转录出 mRNA ②5' ③草甘膦

(2) ①1、2、4 转基因植株 1、2、4 均出现杂交带,转基因植株 3 和野生型植株未出现杂交条带 ②*CryIIem* 基因整合到植株 1 和植株 2 基因组中的位点不同,导致限制酶切割后形成的片段长度不同

(3) 编码脯氨酸的 3 个碱基对 将生长情况相同的转基因植株和未转基因的植株分别接种相同数量的大豆食心虫,几天之后统计两类植株上存活的大豆食心虫数量

【解析】(1) ①启动子是一段决定 RNA 聚合酶转录起始位点的 DNA 序列,它是 RNA 聚合酶识别和结合的部位,驱动基因转录出 mRNA,最终获得所需要的蛋白质。

②引物的 3'端开始连接脱氧核苷酸,且与 *CryIIem* 基因部分序列特异性结合,因此应在两种引物的 5'端分别添加限制酶 *Bgl* II 或 *Bst*E II 的识别序列。

③载体上具有草甘膦抗性基因,因此应在培养基中加入草甘膦进行筛选。

(2) ①转基因植株 1、2、4 均出现杂交带,转基因植株 3 和野生型植株未出现杂交条带,表明 *CryIIem* 基因成功插入转基因植株 1、2、4 的染色体基因组中。

②以放射性同位素标记的 *CryIIem* 基因为探针进行分子杂交,转基因植株 1 和 2 的杂交条带位置不同,说明 *CryIIem* 基因整合到植株 1 和植株 2 基因组中的位点不同。

(3) 在 *CryIIem* 基因的相应位置插入编码脯氨酸的 3 个碱基对,可使 *CryIIem* 毒蛋白该位置加入一个脯氨酸。为确定转基因植株的抗虫能力较野生型植株是否增强,可将生长情况相同的转基因植株和未转基因的植株分别接种相同数量的大豆食心虫,几天之后统计两类植株上存活的害虫数量。若转基因植株上大豆食心虫存活数量显著多于未转基因植株上大豆食心虫数量,说明转基因植株的抗虫能力

增强。

3. (1) 结构设计和改造 氨基酸与密码子的对应关系 蛋白质工程
- (2) 逆转录 引物 PCR
- (3) 基因表达载体的构建 引物 5' 5'-GGATCC-3' 5'-GAGCTC-3'
- (4) Ca^{2+} 处于一种能吸收周围环境中 DNA 分子的生理状态

【解析】(1) 由于 SARS-CoV-2 的 N 蛋白在其肽链的 C 端和 N 端与其他冠状病毒的 N 蛋白间存在变异, 因此为得到相应目的基因可以对现有 N 蛋白进行结构设计和改造, 方法是通过相应的生物学技术预测分析 SARS-CoV-2 的 N 蛋白的结构, 并利用氨基酸分析技术得到其氨基酸序列, 再利用氨基酸与密码子的对应关系推测控制合成 SARS-CoV-2 的 N 蛋白的核苷酸序列, 进而得到相应的目的基因 (DNA) 序列, 以上步骤为蛋白质工程的技术环节, 属于第二代基因工程技术。

(2) SARS-CoV-2 为 RNA 病毒, 若要合成 SARS-CoV-2 的 N 蛋白, 需要先通过逆转录过程得到 SARS-CoV-2 的 cDNA, 再通过设计特定的引物, 采用 PCR 技术来扩增 N 蛋白基因。

(3) 基因工程最核心的步骤是基因表达载体的构建。为了保证目的基因准确插入质粒中, 应用 *Bam*H I 和 *Sac* I 限制酶切割质粒和目的基因, 因此需要在两种引物的 5' 端分别加上 *Bam*H I 和 *Sac* I 酶的识别序列, 即 5'-GGATCC-3' 和 5'-GAGCTC-3', 以便目的基因能切割出与质粒相同的黏性末端。

(4) 将目的基因导入大肠杆菌, 一般需要先使用 Ca^{2+} 处理大肠杆菌, 使其处于感受态, 此状态下细菌细胞处于一种能吸收周围环境中 DNA 分子的生理状态。

生物非选择题综合训练卷 1

31. (1) 在低于 C 点光照强度下 B 植物光能利用率比 A 植物的高, 在高于 C 点光照强度下 A 植物光能利用率比 B 植物的高 纸层析 A 植物叶绿素 a 色素带(蓝绿色色素带)比 B 植物的对应色素带宽(或颜色深)

(2) 不同层次土壤内的水分和养分 不同层次的光能

【解析】(1) 分析题图信息可知, 在低于 C 点光照强度下 B 植物光能利用率比 A 植物的高, 在高于 C 点光照强度下 A 植物光能利用率比 B 植物的高。可采用纸层析法获得色素带, 并进行比对, 确定叶绿体中色素的含量, 已知阳生植物的叶绿素 a 含量普遍高于阴生植物, 则 A、B 植物色素带的差异表现为 A 植物叶绿素 a(蓝绿色)色素带比 B 植物的对应色素带宽(或颜色深)。

(2) 把 A 植物与 B 植物种植在一起, 通过根系的深浅搭配, 使不同植物可利用不同层次土壤内的水分和养分, 通过高矮的结合, 使不同植物可充分利用不同层次的光能, 以达到增产的目的。

32. (1) 只能由形态学上端向形态学下端运输, 而不能反过来运输

(2) 排除内源激素的影响 抑制

(3) 协同 降低 促进 2,4-D 的运输和合成

(4) 原料广泛、容易合成, 效果稳定

【解析】(1) 生长素只能由形态学上端向形态学下端运输, 而不能反过来运输, 叫作极性运输。

(2) 小麦胚芽鞘切段经蒸馏水浸泡的目的是排除内源激素的影响。据题图分析可知, 不同浓度的 TIBA 对胚芽鞘生长的影响效果表现为抑制作用。

(3) TIBA 处理组会抑制胚芽鞘的生长, 抑制 2,4-D 发挥作用, 而在 TIBA 浓度为 0 时, TIBA+epiBR 处理组的伸长量明显更大, 说明 epiBR 能促进胚芽鞘生长, 所以 epiBR 和 2,4-D 在促进胚芽鞘生长方面具有协同作用。且 epiBR 促进胚芽鞘伸长生长的作用因 TIBA 浓度的逐渐增大而降低, 推测 epiBR 对胚芽鞘伸长生长的作用可能是依赖于促进 2,4-D 的运输和合成。

(4) 植物生长调节剂的优点有原料广泛、容易合成, 效果稳定等。

33. (1) (生物)群落 生产者 有机物

(2) ①样地中的生物量(干重相对值)越大 一致 ②增强森林生态系统碳存储能力, 且这种效果会随时间延长而明显增强

(3) 样地数量少、植物种类梯度不足、缺乏多年连续观测数据、未关注除草之外的其他生物的生物量等(合理即可)

(4) 种植更多种类的树和草(或从增加乔木和草本植物的

丰富度角度作答,措施合理即可)

【解析】(1) 森林中的全部生物构成了一个(生物)群落,绿色植物能够通过光合作用将大气中的碳存储在有机物中,以减少大气中的二氧化碳含量,故绿色植物在生态系统的成分中属于生产者。

(2) ①题图 1 中横坐标为乔木丰富度,纵坐标是干重相对值,各年份调查结果均显示乔木丰富度越高,样地中的生物量(干重相对值)越大,且这种差异随年份的增加逐渐增大。分析题图 1 和图 2 可知,生物量的年增加量与总生物量随乔木丰富度水平变化的趋势一致。②本研究表明,增加乔木丰富度可以增强森林生态系统碳存储能力,且这种效果会随时间延长而明显增强。

(3) 分析题干可知,《物种起源》中介绍的实验与(2)中的研究相比,主要的不足有样地数量少、植物种类梯度不足、缺乏多年连续观测数据、未关注除了草之外的其他生物的生物量等。

(4) 题述研究提醒我们,在退耕还林还草的具体操作过程中应种植更多种类的树和草,增加树和草的丰富度,以实现保护生物多样性和减少温室气体的双赢。

34. (1) 基因突变 脱氧核糖核苷酸序列不同

(2) $6 \frac{1}{6}$

(3) ①两种玉米分别自交,若某些玉米自交后,子代出现 3:1 的性状分离比,则可验证分离定律;②让宽叶的玉米和窄叶的玉米杂交,如果 F_1 表现两种性状,且表现为 1:1 的性状分离比,则可验证分离定律;③让宽叶的玉米和窄叶的玉米杂交,如果 F_1 都表现一种性状,则用 F_1 自交,得到 F_2 ,若 F_2 中出现 3:1 的性状分离比,则可验证分离定律;④两种玉米分别自交,若均稳定遗传,选择两种纯合子进行杂交, F_1 自交,得到 F_2 ,若 F_2 中出现 3:1 的性状分离比,则可验证分离定律(写出其中两种即可)

【解析】(1) 等位基因是指在一对同源染色体的同一位置上控制相对性状的基因,等位基因的产生是基因突变的结果,等位基因的遗传信息不同,根本区别是基因中脱氧核糖核苷酸的序列不同。

(2) 用两个紫色籽粒的玉米作亲本, F_1 的籽粒颜色及比例为紫色:黄色:白色=12:3:1,12:3:1 是 9:3:3:1 的变式,因此玉米籽粒的颜色是由两对独立遗传的等位基因控制的(设用 B、b 和 R、r 表示),遵循自由组合定律,则 F_1 的紫色籽粒的基因型有 BBRR、BbRR、BBRr、BbRr、BBrr(或 bbRR)、Bbrr(或 bbRr),共 6 种。 F_1 中所有黄色籽粒的玉米(以 $\frac{1}{3}$ BBrr、 $\frac{2}{3}$ Bbrr 为例)自交,后代中白色籽粒(bbrr)所占比例应是 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$ 。

(3) 验证基因的分离定律,可采用自交法和测交法。具体验证思路和预期结果见答案。

35. (1) 逆转录酶(或反转录酶) 热稳定 DNA 聚合酶(或 *Taq* 酶) 4 种游离的脱氧核苷酸

(2) 该探针可以与由病毒 RNA 逆转录得到的 cDNA 特异性结合

(3) 该蛋白含量丰富,有良好的稳定性 动物细胞培养技术和动物细胞融合技术 检测速度快、检测便捷、成本低等

【解析】(1) 由题意可知,RT 过程需要有逆(反)转录酶的催化,PCR 过程需要有热稳定 DNA 聚合酶的催化,最后合成的是 DNA,DNA 合成所需原料是 4 种游离的脱氧核糖核苷酸。

(2) 由于核酸具有特异性,每种生物的遗传物质中具有特定的碱基序列,所以该探针的特定序列只能与由新型冠状病毒 RNA 逆转录得到的 cDNA 上的特定序列互补配对,故该探针能区分新型冠状病毒和其他病原体。

(3) 核衣壳蛋白是新型冠状病毒感染过程中含量最丰富的病毒结构蛋白,其基因序列相对保守稳定,有良好的免疫原性和稳定性,故核衣壳蛋白作为检测的抗原,可以保证检测的准确性。单克隆抗体的制备,首先需要获得免疫后的 B 细胞,将 B 细胞和骨髓瘤细胞融合,在进行细胞培养时,该过程用到了动物细胞培养技术和动物细胞融合技术。抗原检测技术难度较核酸检测简单,具有检测速度快、检测便捷、成本低等优点。

生物非选择题综合训练卷 2

31. (1) 酶、ATP、NADPH

(2) 等于 CO_2 浓度、光合色素的含量、酶的数量等

(3) 与氧气结合为固氮酶创造低氧环境、为根瘤菌和被根瘤菌侵染的植物细胞呼吸作用提供氧气 玉米吸收一部分氮,降低了土壤中的氮浓度

(4) 玉米的光补偿点和光饱和点都大于大豆,玉米植株高,与大豆间种可充分利用阳光和空间

题图解读

分析图 1,豆血红蛋白能够与氧气结合,而氧气抑制了固氮酶发挥作用,故豆血红蛋白可减弱氧气对固氮酶的抑制作用;同时可将氧气供给植物细胞的线粒体进行有氧呼吸。

分析图 2,玉米的光补偿点和光饱和点均大于大豆。

【解析】(1) N 元素可参与光合作用过程中酶、ATP、NADPH 等含氮物质的合成,因此施用氮肥可促进玉米的光合作用。

(2) 玉米固定 CO_2 的量可代表总光合作用强度 = 净光合作用强度 + 呼吸作用强度。图 2 中,当光照强度为 b 时,玉米的净光合速率为 0,因此玉米固定的 CO_2 量 = 呼吸作用强度 = 6;此时大豆固定 CO_2 量 = $2+4=6$,二者固定的 CO_2 量相等。当光照强度大于 $20 \times 10^2 \text{ lx}$ 时,超过了玉米的光饱和点,光照强度不再是制约因素,由于图 2 是在适宜的温度条件下测定的,故此时制约玉米光合作用强度的因素主要为 CO_2 浓度、光合色素的含量、酶的数量及活性等。

(3) 据图 1 分析,豆血红蛋白的功能有与氧气结合为固氮酶创造低氧环境、为根瘤菌和被根瘤菌侵染的植物细胞呼吸作用提供氧气。“氮阻遏”是指氮肥的过量使用会降低与大豆共生的根瘤菌细胞中固氮酶的活性,从而降低其固氮能力,造成氮素的大量流失。研究发现,大豆与玉米间作可以减缓“氮阻遏”,推测原因可能是玉米吸收了一部分氮,降低了土壤中的氮浓度,缓解了氮阻遏。

(4) 据图 2 分析,玉米的光补偿点和光饱和点都大于大豆,玉米植株高,与大豆间种可充分利用阳光和空间,因此玉米适宜与大豆进行间作。

32. (1) 在相同部位做手术,但不切除卵巢 排除手术对实验结果的影响

(2) 脂质 自由扩散

(3) 促性腺 血浆中性激素含量过高,负反馈调节抑制了垂体的分泌活动

(4) 雌性激素通过增强 *BDNF* 基因的表达,产生更多 *BDNF* 以促进兴奋的传递,从而提高记忆水平

**思路分析**

甲组与丙组的实验数据(BDNF 的 mRNA、BDNF 和记忆水平)相似,丙组的处理为切除卵巢并注射雌性激素,可推知甲组的处理也能产生雌性激素;而乙组的处理为切除卵巢,卵巢切除后,小鼠的记忆水平较差,其体内 BDNF 的 mRNA 以及 BDNF 的相对值也较小,可推知甲组的处理为不切除卵巢。

【解析】(1) 由思路分析可知,甲组的处理为手术但不切除卵巢,该组是对照组,其作用是排除手术本身对实验结果造成的影响。

(2) 性激素的化学本质是脂质,受体位于细胞内,雌性激素可以通过自由扩散的方式进入细胞与受体相结合。

(3) 当血浆中性激素含量过高时,会通过负反馈调节抑制垂体的分泌活动,所以对小鼠注射雌性激素,会抑制垂体分泌促性腺激素。

(4) 分析表格结果可知,切除卵巢,小鼠体内雌性激素含量减少,BDNF 的 mRNA 以及 BDNF 相对值显著减少,记忆水平显著降低,而切除卵巢并注射雌性激素,小鼠体内 BDNF 的 mRNA 以及 BDNF 相对值与对照组差不多,记忆水平恢复,从而推测雌性激素改善记忆的机理可能是雌性激素通过增强 *BDNF* 基因的表达,产生更多 BDNF 以促进兴奋的传递,从而提高记忆水平。

33. (1) 随着时间的推移,一个群落被另一个群落代替的过程

(2) 在石漠化条件下,构树等灌木缺乏生存所需的土壤条件,灌木容易在竞争中处于劣势被淘汰 食物条件和栖息空间 顶极群落阶段

(3) 不赞同,因为牧草不能直接利用有机物,沼气池中有机物被分解为无机物后被牧草吸收,能量大部分将以热能的形式散失,所以不能循环利用能量

【解析】(1) 群落演替是指随着时间的推移,一个群落被另一个群落代替的过程。

(2) 在石漠化条件下,构树等灌木缺乏生存所需的土壤条件,灌木容易在竞争中处于劣势被淘汰,因此石漠化阶段应该引进优良的草种,如三叶草等,而不能引进灌木树种。动物有明显的分层现象,主要与食物条件和栖息空间等因素有关。生态系统的成分越单一,营养结构越简单,自我调节能力就越弱,抵抗力稳定性就越低,反之则越高,群落演替至顶极群落阶段的过程中,物种丰富度提高,生态系统的抵抗力稳定性增强,因此抵抗力稳定性最高的阶段是顶极群落阶段。

(3) 牧草不能直接利用有机物,沼气池中的有机物被分解为无机物后被牧草吸收,能量大部分将以热能的形式散失,所以不能循环利用能量,因此这种模式可以实现能量的多级利用,但不能实现能量的循环利用。

34. (1) 不能 若两对等位基因位于一对常染色体上,也会出现

题述结果

(2) 花色基因通过控制酶的合成来控制代谢,进而控制花色性状

(3) 实验思路:纯种红花高茎植株和黄花矮茎植株进行杂交得到 F_1 ,将 F_1 作父本,亲本黄花矮茎植株作母本杂交;观察并统计 F_2 的表型及比例。

预期结果及结论:当 F_2 的表型及比例为红花高茎:红花矮茎:黄花高茎:黄花矮茎=2:2:1:1时,则该假设正确。

【解析】(1) 验证分离定律和自由组合定律,必须获得相应的杂合子后,再根据自交或测交子代的表型,判断杂合子产生配子的种类及比例,进而得出相应的结论。本题的杂交结果不能说明这两对等位基因的遗传遵循自由组合定律,因为若这两对等位基因位于一对常染色体上,也会出现题述结果。

(2) 呈现花瓣颜色的色素属类黄酮化合物(元素组成为 C、H、O),不是蛋白质,说明该物质的合成不受基因的直接控制,而是由花色基因通过控制酶的合成控制代谢,进而控制花色性状。

(3) 要证明杂合红花植株产生的含 A 基因花粉成活率是含 a 基因花粉成活率的两倍,需先将纯种红花高茎植株(AABB)与黄花矮茎植株(aabb)杂交,获得杂合红花高茎植株(AaBb),并将其作为父本,而检验配子种类及数量比的有效途径是测交,所以选用基因型为 aabb 的个体作母本。具体实验思路、预期实验结果及结论见答案。

35. (1) 脂肪酶和蛋白 析出豆腐块中的水分,使豆腐块变硬,并抑制其他微生物的生长

(2) 高压蒸汽灭菌法 增大接种面积 血细胞计数板
对豆腐块和笼屉进行消毒

(3) 氨基酸态氮

【解析】(1) 腐乳成熟过程中发挥主要作用的微生物是毛霉,毛霉通过分泌脂肪酶和蛋白酶将豆腐块中的大分子物质分解为易于被人体吸收的小分子物质,腐乳制作过程中需要加盐腌制,其作用是析出豆腐块中的水分,使豆腐块变硬,并抑制其他微生物的生长。

(2) 该研发小组首先将毛霉置于试管斜面培养基中进行培养,制作斜面培养基时对培养基灭菌的常用方法是高压蒸汽灭菌法,将试管倾斜的目的是增大接种面积。含有毛霉的培养基在 25℃ 下培养 2~3 天后,获得大量的毛霉孢子(毛霉的繁殖体,单细胞),然后制成毛霉孢子悬浮液,对悬浮液中的毛霉孢子进行计数时用到的工具是血细胞计数板。研发人员将制好的孢子悬浮液放入喷枪中备用,然后将豆腐切成小块并用紫外灯照射豆腐块和笼屉半小时,其

目的是对豆腐块和笼屉进行消毒,再用喷枪将孢子悬浮液喷洒在笼屉内壁。

(3) 腐乳制作的原理主要是利用微生物产生的蛋白酶,将蛋白质最终水解为氨基酸等,氨基酸态氮含量可代表蛋白质的分解情况。故为了检测低盐腐乳的营养价值,可以检测腐乳中氨基酸态氮的含量,一般来说,该物质含量越多,说明腐乳的营养价值越高。