

生物

简答题实验设计能力突破

北京大学附属中学 马丽清

北京高考生物简答题依据科学家真实科研情境,考查考生真实素养。在简答题众多考查内容中,实验设计既是重点也是难点,需要考生像科学家一样思考,依据科学实验原则提出用于回答科学问题或检验科学假设的研究方案、预期结果,并能提出解决实际问题的合理设想。如何攻克实验设计的难关?下面以北京高考题为例进行解析。

确定实验目的

实验目的代表研究方向,弄清目的,作答才有方向。实验目的通常在题干文本中,但题干通常不会直接陈述实验目的,假设、结果、推测也可能是研究目的,还有的题则通过结果推测实验目的,进而设计实验。

而设计实验。

在2023年北京高考第16(4)题中,“为探究P菌溶解破坏A菌的方式”就是要在文本中找到的实验目的。2023年北京高考第17(3)题证明“K⁺外流形成的静电场可

能是构成静息电位的主要因素”的推测,推测则成为下一步的实验目的。2021年北京高考第21(4)题验证假说:T6P通过促进R基因的表达促进种子中淀粉的积累,假说成为下一步研究目的。

控制无关变量

无关变量影响实验结果,但不是研究的主变量。实验设计要确保实验组和对照组只有自变量不同,不同组之间无关变量相同且适宜。实验器材、实验试剂的选择,实验过程和方法等都属于无关变量。

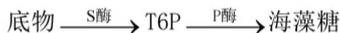
【例】2021年北京高考第21(3)题:研究者以豌豆为材料研究了T6P在种子发育过程中的作用。研究人员将P酶基因与启动子U(启动与之连接的基因仅在种子中表达)连接,导入野生型豌豆发现转基因植株种子中淀粉含量降低,表现为皱粒。用同样方法获得U-S纯合转基因植株,种子淀粉含量增加,表现为圆粒。本实验使用的启动子U可以排除由于目的基因_____对种子发育产生的间接影响。

【试题分析】:通过题干信息可知,观察的因变量检测指标为种子中淀粉含量和形状,所以必然用种子特异表达启动子,确保目的基因在种子表达,而在其他器官表达,所以答案为:排除目的基因在其他组织器官表达对种子发育的影响。

选择合适的实验材料

选择好的实验材料是实验成功的前提。孟德尔实验能够成功是选豌豆为实验材料,豌豆自花授粉,闭花授粉,有多对容易区分的相对性状。教材验证性实验,如还原糖鉴定实验的材料最好是无色、还原糖含量丰富的材料,不能选择红色的西红柿或西瓜。北京高考简答题中实验材料的选择原则为简单易行,有利于证明自变量对因变量的影响。

【例】2021年北京高考第21(4)题:研究者以豌豆为材料探讨T6P对种子发育的调控机制,细胞内T6P的合成与转化途径如下:



U-P植株种子中淀粉含量降低,表现为皱粒。U-S纯合转基因植株,种子中淀粉含量增加,表现为圆粒。

粉含量增加,表现为圆粒。U-P植株种子中基因R的转录降低,U-S植株种子中R基因转录升高。已知R基因功能缺失突变体r的种子皱缩,淀粉含量下降。据此提出假说:T6P通过促进R基因的表达促进种子中淀粉的积累。请从①~⑤选择合适的基因与豌豆植株,进行转基因实验,为上述假说提供两个新的证据。写出相应组合并预期实验结果。

- ①U-R基因 ②U-S基因
③野生型植株 ④U-P植株
⑤突变体r植株

【试题分析】:本题典型错误为①⑤,通过题干信息得知实验目的为“证明T6P在种子发育的调控机制”,如果选择①⑤相当于遗传互补实验,转入U-R基因互补

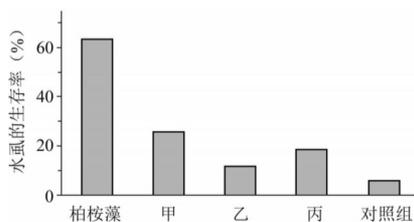
了突变体r缺失的R基因,表型为野生型,并不能证明T6P的调控作用。如果对照组为④U-P植株(皱粒种子),实验组在④U-P中导入①U-R基因,则T6P能通过R基因表达增多,促进淀粉合成,种子为圆粒。如果实验组在④U-P植株导入②U-S基因,则T6P合成增多,也可通过促进R基因表达,使种子淀粉合成增多,种子为圆粒。以上两种设计实验组和对照组性状差异显著,且能说明T6P调控种子发育的两种途径。所以正确答案为①④或②④,预期结果:对照组种子皱粒,实验组为圆粒。也可选用②⑤,U-S基因导入⑤突变体r植株,T6P合成增多,R突变,淀粉不能合成,海藻糖合成增多,种子皱粒,预期结果:实验组和对照组均为皱粒。

操作自变量

自变量可通过实验目的获知,也可通过实验结果图和表获取。操作自变量,设置实验组和对照组要遵循单一变量原则。实验组为采用加法或减法原则增加或减少自变量的一组,对照组是没有加减自变量的一组。常见的对照有空白对照、阳性对照、阴性对照、条件对照。列举对照类型的目的是帮助考生设对照组,考生在作答时可只写对照组,不写阳性、阴性等。

1. 空白对照。常态组,不加减自变量的一组,目的是排除无关变量干扰。

【例】2021年北京高考第17(3)题:为研究不同海藻对隆头鱼捕食水虱的影响,在盛有等量海水的水箱中分别放入相应的实验材料,一段时间后检测,结果如下图(甲、乙、丙为本地藻)。该实验的对照组放入的有_____。



【试题分析】:实验自变量为不同海藻,实验组只有自变量不同,其他变量均一致,对照组应放入与实验组一致的隆头鱼和水虱。

2. 阳性、阴性对照。阳性对照是一定出现结果的对照组,阴性对照是一定没有结果的对照组,如PCR检测转基因生物,扩增体系中模板加入转基因生物DNA为实验组,加入表达载体DNA的为阳性对照,阳性对照一定有PCR产物生成,模板为空载体DNA或无菌水的为阴性对照,阴性对照一定不能有PCR产物生成,如果有说明PCR体系被污染。转基因生物扩增结果和阳性对照对比,可以评价目的基因转化是否成功。

3. 条件对照。探究腺体对动物生长发育影响实验中,手术去除腺体的为实验组,假手术为对照组。基因工程中转空载体等均均为条件对照,目的就是排除无关变量的干扰,保持实验组和对照组只有自变量不同。

【例】2017年北京高考第29(3)题:图中A受体胞内肽段(T)被C酶磷酸化后,A受体活性增强,为证实A受体的磷酸化位点位于T上,需将一种短肽导入H区神经细胞内,以干预C酶对T的磷酸化,其中,

实验组和对照组所用短肽分别应与肽段T的氨基酸_____。(见下图)

- A. 数目不同序列不同
B. 数目相同序列相反
C. 数目相同序列相同

【试题分析】:实验目的为“证实A受体的磷酸化位点位于T上”。实验需将一种短肽导入干预C酶对T的磷酸化,实验组干扰内源T的磷酸化,导入一段和T氨基酸数目相同且序列相同的短肽,和胞内受体上的T竞争磷酸化,A受体活性受抑制,影响兴奋在两个细胞间信息的传递;条件对照组不干扰内源T的磷酸化,需要导入一段和T氨基酸数目相同但序列相反的短肽,目的是排除导入短肽对实验的影响,结果实验组A受体活性低于对照组。答案为C、B。学生实验组选择B,对照组选择C的原因是没有解读“T和A受体相连”,误认为胞内T是游离状态,导入一个相同短肽的不影响,不同的短肽会干扰T磷酸化及与A受体结合。

因变量的检测

因变量就是研究者预测的结果变量。考生在实验过程中需要把因变量变为具体、可检测的指标,能解释自变量对应变量造成的影响。

【例】2019年北京高考第29(4)题:研究者通过实验观察NA抗体对病毒侵染细胞的抑制作用。主要实验材料包括:感染流感病毒后63天、21天的两位康复者的NA抗体(分别为D63、D21)、对照抗体、流感病毒和易感细胞。

- ①实验的主要步骤依次是:培养易感细胞、_____(选择并排序)等。
a. 将抗体分别与流感病毒混合
b. 将各混合物加入同一细胞培养瓶
c. 将各混合物分别加入不同细胞培养瓶
d. 检测NA抗体与易感细胞的结合率
e. 检测培养物中病毒的增殖量
f. 检测细胞对病毒的损伤程度

【试题分析】:实验目的为“验证NA抗体对病毒侵染细胞的抑制作用”,自变量NA抗体,因变量病毒是否被抑制侵染,转化为可检测指标就是病毒是否进入细胞,是否繁殖后代,所以检测指标选择e,根据学过的知识,抗体首先与病毒抗原结合,才能阻止其侵染细胞,所以过程选择ac。答案为ace。

本文从确定实验目的、选择实验材料、自变量操作、无关变量控制、因变量检测等实验设计的关键问题进行了分析,考生可从这几个方面勤加练习。

