



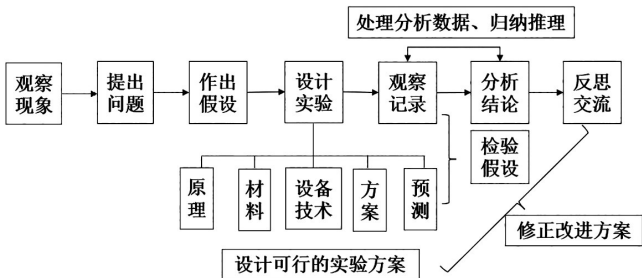
生物

突破探究实验先理清研究逻辑

北京宏志中学 王 颖

生物作为一门实验学科,强调科学思维和方法。北京高考生物学科注重考查考生的科学思维能力、实践操作能力以及综合运用所学知识分析和解决生物学问题的能力。所以,关于探究实验的设计和分析需要从系统的角度去分解和整合,理清研究过程的底层逻辑。

研究生物学问题的一般流程



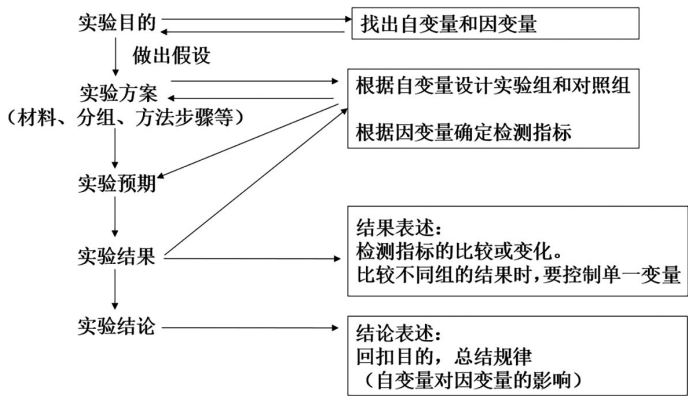
探究实验中的要素比较多,但从底层逻辑上看主要有三方面:研究什么、怎么研究、结果怎样。

研究什么,即实验目的。一般可以表示为探究自变量对因变量的影响。无论做实验还是读实验,考生要先明确实验中的自变量,因变量及因变量的检测指标,还有需要关注的无关变量。

怎么研究,即实验方案。实验需要哪种技术支持,实验的原理是什么,怎么设计实验组和对照组。考生要在控制好单一变量的同时排除无关变量的影响,还要保证数据的可靠性,减小实验误差。

结果怎样,即由结果得出结论。考生在获得观察证据或检测数据后,科学地处理数据是保证结论科学性的前提。考生在实验情境中分析结果、得出结论时,遵循的方向要回扣目的并总结规律。考生要总结出自变量对因变量的影响,多自变量的影响要概述全面。

由此可见,自变量和因变量贯穿始终,如下图。



探究能力的多维度考查及应对策略

1. 实验目的

实验目的可通过阅读题目直接获取,一般以研究……探究……句式出现。有时题目不直接告知研究方向,而是先给出实验方案,要求反推实验目的。这就需要考生在设计的多组实验中找出自变量和因变量,要注意区分因变量和体现因变量的指标。

2. 作出假设(假说)

实验假设是依据已有科学知识对研究问题的答案进行猜想与合理的解释,假设不唯一。

【例】(2023 年高考北京卷第 16 题节选) 自然界中不同微生物之间存在着复杂的相互作用。有些细菌具有溶菌特性,能够破坏其他细菌的结构使细胞内容物释出。科学家试图从某湖泊水样中分离出有溶菌特性的细菌……

(4)为探究 P 菌溶解破坏 A 菌的方式,请提出一个假设,该假设能用以下材料和设备加以验证。

主要实验材料和设备:P 菌、A 菌、培养基、圆形滤纸小片、离心机和细菌培养箱。

参考答案:假设一,P 菌释放可溶性物质溶解 A 菌。

假设二,P 菌被 A 菌刺激后释放可溶性物质溶解 A 菌。

分析:在知识方面,考生要了解微生物间相互作用的一般方式,P 菌分泌某物质抑制 A 菌,或 P 菌和 A 菌接触后发生抑制作用。在技术方面,考生要参考所给设备,离心机可用于分离菌体及其分泌物,滤纸片可用于收集上清液中的物质,这些可完成假设一 P 菌分泌某物质抑制 A 菌的验证。若要验证假设二,考生需要设计 P 菌和 A 菌可接触组和不可接触组,再次检测是否有可溶性物质释放。

3. 设计实验组和对照组

实验组的处理一般分两种类型,加法原理和减法原理。前者与常态相比人为增加了某种影响因素,后者则相反,增加或去掉的就是自变量。

常态化的是对照组,对照组有时会有多个,这是因为需要排除多个无关变量的影响,或者提供不同的参照指标。对照组的类型常分为空白对照、条件对照、相互对照、自身对照等。另外根据预期结果,对照组还可以分阴性和阳性对照,为实验提供参照。

【例】(朝阳区 2024 年高三期末第 19 题节选) 线粒体损伤可导致膜电位下降,释放细胞色素 C 至细胞质基质,进而诱导细胞凋亡。在线粒体膜电位正常时,荧光染料 M 以红色荧光聚集体的形式存在于线粒体中;膜电位下降时,染料 M 不能在线粒体中聚集,而以绿色荧光单体的形式存在于细胞质基质中。

为验证“融合多肽通过破坏线粒体诱导胰腺癌细胞凋亡”,考生要利用题目给定的材料和设备提出实验思路。主要材料和设备:胰腺癌细胞、培养基、HMN-KLA 融合多肽、染料 M、显微镜。

分析:考生可设计实验组和对照组,体现单一变量,其他无关变量相同,确定观察或检测指标。

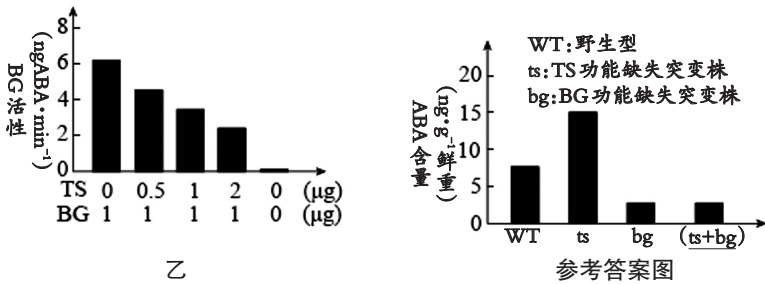
	胰腺癌细胞+培养基	HMN-KLA 融合多肽	染料 M	显微镜观察荧光颜色及分布
实验组	+	+	+	细胞质基质有绿色荧光
对照组	+	-	+	线粒体有红色荧光

此处为了完整性,在分析中做了实验结果的预期。

4. 预期结果

实验结果是对实验现象的最终描述,不含推理依据和推理内容。简述实验结果所用指标是实验中观察或检测的指标。为了保证数据分析的科学性,考生需要对数据进行处理再比较。

【例】(2024 年高考北京卷第 18 题节选) (4)为了证明 TS 通过抑制 BG 活性降低 ABA 水平,可检测野生型和三种突变株中的 ABA 含量。请在图“()”处补充第三种突变株的类型,并在图中相应位置绘出能证明上述结论的结果。



5. 得出结论

实验结论是指根据实验结果进行归纳和推测(推理)而获得的内容。正向推理就是由结果总结结论,考生可参考以下方向归纳:回扣目的,总结规律。总结结论时要把检测指标对标上因变量。反向举证就是结论已得,考生要在结果中寻找依据。

6. 评价和改进

审查实验设计是否科学合理,考生可从以下角度入手。

单一变量原则:从实验的变量控制审查,自变量是否单一、有无无关变量干扰等。

重复实验原则:材料的选择样本数量是否足够,是否具有代表性,是否有平行重复实验等。

对照原则:实验分组是否合理,是否设置了对照,对照类型是否恰当等。

检查结果与结论的关联性和逻辑性:检测的指标是否全面,是否与因变量对标。考生要看结论是否是基于实验结果合理推导出来的,是否符合生物学原理和逻辑关系。

提出改进建议:考生要针对发现的问题提出具体的改进方法,如增加实验对象数量、完善对照组设置、补充实验测定的指标等,使实验更科学、结果更可靠、结论更准确。

7. 提出新的研究问题

从机制方面深入探究,考生可以考虑从不同水平如分子水平、细胞水平、个体水平、种群等分别进行研究。

在应用拓展上,医学方面考生可考虑疾病诊断、治疗和预防中的潜在应用及待解决的问题。在农业应用方面,考生如果掌握了某些植物生长发育、抗病虫害的相关机制,可探索如何将这些成果应用到实际农业生产中,如何育种以及还需要攻克哪些难题等。

总之,科学探究过程是一个严谨有序、环环相扣、层层递进的过程。考生只要梳理出研究的逻辑,构建好知识的逻辑,再借助技术的逻辑,再复杂的问题也会被简单化,困难题就会迎刃而解。