

应对生物学实验设计题目的有效方法

樊向利 (江苏省扬州市江都中学生物组 225200)

实验设计是考察学生综合能力的重要评价手段, 主要包括分析能力、知识迁移运用能力、创造能力、想象力、逻辑推理能力等, 可以说是评价学生“全能”的项目。而且实验设计的面目千变万化, 很多学生对此感到胆怯, 无所适从。很多有关实验设计的介绍大多偏重于系统的理论知识, 学生难以理解和运用, 本人根据多年的教学经验, 从实验设计的实战经验出发, 介绍实验设计的简单有效的方法, 帮助学生迅速地将知识转化为能力。

1 实验设计

所谓实验设计, 就是要求学生设计实验原理, 选择实验器材, 安排实验步骤, 设计数据处理的方法及分析实验的现象。它包括设计实验方案、设计实验步骤、设计实验改进方法等。实验设计, 主要考查学生是否理解实验原理, 是否具有灵活运用实验知识的能力, 是否具有在不同情境下迁移知识的能力。一个完整的实验设计过程包括 5 个环节。发现问题、提出问题、实验设计(包括假说和预期的结论)、实验实施、结论(包括推导和运用结论)。其中实验设计是联系问题和结论的必要桥梁。

2 实验方案的设计

2.1 从实验设计的题目中提炼出实验原理

实验题目是实验的任务, 它一般包含这几个主要信息: 实验原理、自变量、因变量等, 这几个信息是实验设计的灵魂。

2.2 实验原理是学生的必备知识

实验原理是设计实验的理论依据, 是实验设计成败的关键。从实验题目中分析出的实验原理, 一般是课本上的基础知识。这些都是学生必备的知识, 要求学生牢固掌握, 灵活运用。比如: 探究植物生长和光照的关系, 实验原理就是植物的向光性生长, 并且知道这里的“光照”指的是单侧光; 又如: 探究胰岛素对动物血糖的影响, 涉及的教材中原理是胰岛素有降低血糖的作用; 再如: 探究温度对酶活性的影响, 有关教材中的原理是: 酶发挥作用需要适宜的温度, 在最适温度上, 酶的活性最高, 升高或降低温度都会降低酶的活性, 甚至使酶失活。

2.3 从实验题目中分析出实验的变量

实验的自变量是实验过程中人为处理的变量, 或者为实验研究的变量, 实验题目中一般包含实验研究的变量(自变量), 和这个变量引起的相应结果(因变量), 因变量随着自变量的变化而变化。例如: 探究植物的生长与向光性的关系, 自变量是单侧光, 因变量是由单光引起的植物弯曲生长; 探究胰岛素对动物血糖的影响, 自变量是胰岛素, 因变量是动物血糖的变化; 探究温度对酶活性的影响, 自变量是变化的温度, 因变量是酶活性的高低。

2.4 控制实验中自变量变化, 设置对照实验

对照原则是设计实验中一个很重要的原则, 对照的目的在于消除无关变量对实验结果的影响。通过设置实验对照, 排除无关变量的影响, 增加实验结果的可信度和说服力。按对照的内容和形式上的不同, 通常有空白对照、平行对照、自身对照等。对照实验设置的目的是为了减少实验的误差, 是个参考系, 就像坐标图中的原点, 自变量变化多少, 由此产生的因变量变化有多少, 是和这个参考系比较得到的, 不然毫无意义。那么这个参考系通常设置为不做任何处理, 最正常, 最自然的情况。例如, 前面的探究植物生长与光照的关系, 自变量是单侧光, 那么对自变量的不做任何处理, 自然条件下是均匀的光, 或无光, 对照组植物就放在均匀光下, 或黑暗环境中。探究胰岛素对动物血糖的影响, 对照实验设置为两只(组)动物, 一只(组)体内有胰岛素, 一只(组)体内无胰岛素, 分别观察血糖的变化。探究温度对酶活性影响, 自变量是温度, 对照实验怎样设置呢, 当然一个化学反应在适宜温度上, 一个在高温, 一个在低温。

2.5 根据所学知识, 分析自变量和因变量的关系, 确定因变量的测量手段

在实验时间上自变量是先变化, 因变量是后变化, 它们一般是一一对应的逻辑关系, 这个逻辑关系就要靠学生运用所学的知识去发现。例如, 探究植物生长和光照的关系中, 植物在单侧光的照射下, 向光侧的生长素向背光侧运输, 结果向光侧生长素浓度小, 生长慢, 背光侧生长素多, 生长快, 所以植物向光

弯曲生长。又如,探究胰岛素对动物血糖的影响中,胰岛素通过促进细胞内葡萄糖的氧化分解,葡萄糖合成肝糖原、肌糖原、或者转化成脂肪、某些氨基酸等途径来降低血糖。正确分析自变量和因变量之间的关系,为下面设计实验步骤打下良好的基础。

实验题目中的因变量如果是具体的,实验现象直接能观察到的,直接记录实验现象(即为因变量),如向光性弯曲的程度用弯曲的角度,酶的活性用反应的快慢表示;有些因变量是模糊的,那么需要进一步具体,如胰岛素对动物血糖的影响,对照实验中一个(组)动物体内无胰岛素,血糖浓度升高,那么如何去测量血糖浓度升高呢?有的同学说抽血来化验,这个方法也行,就是太麻烦,本着实验设计简单化,可行性的原则,我们把高血糖进一步具体,就能想到通过测量尿糖来间接反应高血糖的测量方法。

3 实验步骤的设计

3.1 充分分析实验材料、试剂和仪器的用途,最终确定实验方案

从实验题目中分析出实验原理、自变量、因变量以后,实验怎么做,心中大概有数了。但关于自变量如何处理,可能有很多选择,因变量的测量也有很多方法,学生可以天马行空的想象,但实验不光是在纸上设计的,实际中必须是可操作的,经济可行的,所以必须训练学生对常见材料、试剂、仪器的认识和使用。所以一般实验设计题都给出实验所需的材料,试剂和仪器。实验设计的方案也要相应的受限制。例如对自变量的处理就要受实验材料的影响,实验的步骤设置原则上都要用到所给的试剂和仪器,学生不能随便添加任何试剂和仪器。分析每个材料,试剂,仪器的用途,安排它们在实验中的正确位置,确定最后的实验方案和实验步骤。

3.2 实验过程始终贯穿两条线索:对照原则和单一变量原则

实验设计遵循对照原则和单一变量原则,要求试验要设置对照,对照试验之间只有一个变量(自变量),其它因素保持相同且不变,这样才能确定最后的因变量是自变量引起的,自变量和因变量的关系是唯一的。当然,除了自变量会影响因变量的变化,其它的因素也会影响因变量,所以实验中想法设法的减少这些因素对实验结果的干扰,总是设置这些因素在适宜的条件下。

4 实验现象的记录和实验结论的得出

实验现象是因变量的变化形式,分为两类:表示事物性质变化和事物数量变化。前者定性的描述实验现象,后者需要用列表、坐标图曲线、饼图等定量描述记录。

实验结论是根据实验原理,从实验现象分析出来的,是实验的目的,实验结论怎么给呢?一般来说,实验结论就是实验题目。例如:证明植物生长具有向光性,实验结论就是植物的生长具有向光性。实验证明唾液淀粉酶的本质是蛋白质,最后的实验结论就是唾液淀粉酶的本质是蛋白质。有的实验题目不明确,需要进一步说明。例如:探究温度对酶活性的影响,实验结论需要把实验题目具体化:高温对酶活性的影响;适宜温度对酶活性的影响;低温对酶活性的影响。

5 下面通过一个例子来说明实验设计方法应用

例如:“探索生长素类似物促进插条生根的最适浓度”,实验材料:月季的枝条;实验用具:天平,量筒,容量瓶,烧杯,滴管,试剂瓶,玻璃棒,木箱,盛水托盘,矿泉水瓶;实验试剂:2,4-D。

联系已学的知识从题目中分析出实验原理为:适宜浓度的生长素类似物可以使插条的基部的薄壁细胞恢复分裂能力,产生愈伤组织,长出大量的不定根。浓度过高或过低都抑制插条基部长根。自变量为不同浓度的生长素类似物,因变量为生出根。控制自变量设置对照:设置2,4-D的浓度梯度:用容量瓶将2,4-D分别配成0.2、0.4、0.6、0.8、1、2、3、4、5 mg/mL的溶液,分别装入试剂瓶,贴上相应标签。因变量的测量的是生根的数目和长度。

实验步骤安排如下:

(1) 把形态、大小基本一样的月季枝条平均分成10组每组3枝,把枝条基部浸泡在上述浓度的2,4-D溶液和清水中,处理几小时;

(2) 取10个矿泉水瓶,分别编号1~10,并放入适量清水;

(3) 把每组处理过的月季枝条下端依浓度梯度按从小到大分别放入矿泉水瓶浸泡,放在适宜温度下,每天观察一次,并结论生根情况。

本实验为定量测量实验,用列表记录实验数据。

项目	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	10号
根的 长度										
根的 数目										

实验结果分析(1)分析数据的可靠性;(2)根据所得数据绘制坐标曲线;(3)根据坐标图分析根的生长状况和2,4-D浓度的关系;(4)找出2,4-D溶液促进月季枝条生根的最适浓度;

实验结论:根据实验结果分析得出:2,4-D促进月季枝条生根的最适浓度是_____(实验题目的具体化)。