

本书经江西省中小学教材审定委员会审定通过 **配人教版**

**高三**

**生物**

**实验教程**

shengwushiyanjiaocheng

江西科学技术出版社

演示实验

学生实验

探究实验

SHENGWUSHIYANJIAOCHENG

形成科学概念

巩固科学知识

获得实验技能

# 前 言

实验是人类认识世界的一种重要活动,是进行科学研究的基础。实验是物理、化学、生物科学的基础,也是这些学科教学的基础。实验教学对于激发学生的学习兴趣,帮助他们形成科学概念,巩固科学知识,获得实验技能,培育实事求是、严肃认真的科学态度和训练科学方法有着重要的意义。因此,加强实验教学是提高这些学科教学质量的重要一环。

为了培养学生具有现代社会需要的普通文化科学基础知识和基本技能,具有基本的学习方法、学习态度和自学的能力,具有创新的精神和分析问题、解决问题的能力,我们组织部分优秀教师编写了这套《实验教程》。《实验教程》按“知识与技能、过程与方法、情感态度和价值观”三维目标的要求,分“演示实验”、“学生实验”、“探究实验”等几部分内容进行编写。

《实验教程》强调学生亲自动手做实验,使学生对科学事实获得具体的、明确的认识;《实验教程》重视培养学生的观察和实验能力,希望学生通过本书的使用逐步具备:规范的实验操作、良好的实验习惯、科学的方法和科学的态度。

因编写时间有限,本书不周之处,敬请指正,以便修订完善。

江西省教育厅教学教材研究室

二〇〇六年七月



# 目录 CONTENTS

## 第一篇 实验理论

- 一、生物学中常用的试剂/1
- 二、溶液配制/2
- 三、试剂的取用和保存/4
- 四、常用的实验方法/4
- 五、中学生物对照实验设计的条件控制/6
- 六、实验设计的基本原则/7
- 七、学习细菌培养的基本技术/11
- 八、细胞融合技术/13
- 九、PCR 技术/15

## 第二篇 分组实验

- 【实验一】 生物组织中还原糖、脂肪、蛋白质的鉴定/18
- 【实验二】 用高倍显微镜观察叶绿体和细胞质流动/22
- 【实验三】 观察植物细胞的有丝分裂/25
- 【实验四】 比较过氧化氢酶和  $\text{Fe}^{3+}$  的催化效率/27
- 【实验五】 探索淀粉酶对淀粉和蔗糖的作用/30
- 【实验六】 叶绿体中色素的提取和分离/33
- 【实验七】 观察植物细胞的质壁分离与复原/36
- 【实验八】 植物向性运动的实验设计和观察/39
- 【实验九】 DNA 的粗提取与鉴定/42
- 【实验十】 观察  $\text{SO}_2$  对植物的影响/46
- 【实验十一】 温度对酶活性的影响/49
- 【实习 1】 种群密度的取样调查/51
- 【实习 2】 设计并制作小生态瓶, 观察生态系统的稳定性/55
- 调查人群中的遗传病示例/58
- 植物种群密度调查示例/59
- 人工模拟微型池塘生态系统的制作和观察/59
- 调查环境污染对生物的影响/60



# 目录 CONTENTS

## 第三篇 归类指导

- 一、高考实验设计一般步骤/63
- 二、使用显微镜观察类实验/63
- 三、验证性实验/64
- 四、分离、鉴定类实验/64
- 五、调查类实验/65
- 六、课本实验重组改进型/65
- 七、实验程序知识完善型/66
- 八、实验步骤自主设计型/67
- 九、实验结果开放预测型/68
- 十、实验思路启发评价型/69
- 十一、课题研究探索设计型/69

## 第四篇 经典实验

- 一、细胞膜水通道实验/71
- 二、种牛痘可以预防天花的实验/73
- 三、单克隆抗体的制备实验/73
- 四、植物体细胞杂交实验/76
- 五、探究种子萌发的外部条件实验/77
- 六、观察气孔的蒸腾作用和小孔扩散效率/78
- 七、种子萌发过程中脂肪的转化/78
- 八、蟾蜍白细胞吞噬活动的观察/79
- 九、鲫鱼和鲤鱼的培育实验(核质关系经典实验)  
/80
- 十、巴斯德经典实验——绵羊对炭疽杆菌产生免疫反应的实验/81

## 第五篇 实验测试

- 实验测试一/85



# 目录 CONTENTS

实验测试二/89

实验测试三/92

实验测试四/97

参考答案/100



## 第一篇 实验理论

### 一、生物学中常用的试剂

1. 斐林试剂: 成分为  $0.1\text{g/mL}$   $\text{NaOH}$  (甲液) 和  $0.05\text{g/mL}$   $\text{CuSO}_4$  (乙液)。用法: 将斐林试剂甲液和乙液混合, 再将混合后的斐林试剂倒入待测液中, 水浴加热, 如待测液中存在还原糖, 则产生砖红色沉淀。

2. 班氏糖定性试剂: 为蓝色溶液。和葡萄糖混合后沸水浴会出现砖红色沉淀。用于尿糖的测定。

3. 双缩脲试剂: 成分为  $0.1\text{g/mL}$   $\text{NaOH}$  (甲液) 和  $0.01\text{g/mL}$   $\text{CuSO}_4$  (乙液)。用法: 向待测液中先加入  $2\text{mL}$  甲液, 摇匀; 再向其中加入  $3\sim 4$  滴乙液, 摇匀。如待测液中存在蛋白质, 则待测液呈现紫色。

4. 苏丹Ⅲ三杂色液: 取苏丹Ⅲ颗粒溶于  $95\%$  的酒精中, 摇匀。用于检测脂肪。可将脂肪染成橘黄色 (被苏丹Ⅳ染成红色)。

5. 二苯胺: 用于鉴定 DNA。DNA 遇二苯胺 (沸水浴) 会被染成蓝色。

6. 甲基绿: 用于鉴定 DNA。DNA 遇甲基绿 (常温) 会被染成蓝绿色。

7.  $50\%$  的酒精溶液: 用于洗去苏丹Ⅲ在脂肪上的浮色。

8.  $70\%$  的酒精溶液: 用于医学临床上的消毒灭菌。

9.  $95\%$  的酒精溶液: 冷却的体积分数为  $95\%$  的酒精可用于凝集 DNA。

10.  $15\%$  的盐酸: 和  $95\%$  的酒精溶液等体积混合可用于解离根尖。

11. 龙胆紫溶液 (浓度为  $0.01\text{g/mL}$  或  $0.02\text{g/mL}$ ): 用于染色体着色, 可将染色体或细胞核染成蓝色, 通常染色  $3\sim 5$  分钟。

12.  $20\%$  的肝脏、 $3\%$  的过氧化氢、 $3.5\%$  的氯化铁: 用于比较过氧化氢酶和  $\text{Fe}^{3+}$  的催化效率 (新鲜的肝脏中含有过氧化氢酶)。

13.  $3\%$  的可溶性淀粉溶液、 $3\%$  的蔗糖溶液、 $2\%$  的新鲜淀粉酶溶液: 用于探索淀粉酶对淀粉和蔗糖的作用实验。

14. 碘液: 用于鉴定淀粉的存在。遇淀粉变蓝, 遇糖原则变红色。

15. 丙酮: 用于提取叶绿体中的色素。

16. 层析液: 成分为  $20$  份石油醚、 $2$  份丙酮、和  $1$  份苯混合而成, 也可用  $93$  号汽油。可



# 实验教程

高中生物 gao zhong sheng wu

用于色素的层析,即将色素在滤纸上分离开。

17. 二氧化硅:在色素的提取和分离实验中研磨绿色叶片时加入,可使研磨充分。

18. 碳酸钙:研磨绿色叶片时加入,可中和有机酸,防止在研磨时叶绿体中的色素受破坏。

19. 0.3g/mL 的蔗糖溶液:相当于 30% 的蔗糖溶液,比植物细胞液的浓度大,可用于质壁分离实验。

20. 0.1g/mL 的柠檬酸钠溶液:与鸡血混合,防止血液凝固。

21. 氯化钠溶液:①可用于溶解 DNA。当氯化钠浓度为 2mol/L、0.015mol/L 时 DNA 的溶解度最高,在氯化钠浓度为 0.14 mol/L 时,DNA 溶解度最低。②浓度为 0.9% 时可作为哺乳动物类生理盐水。

22. 胰蛋白酶:①可用来分解蛋白质。②可用于动物细胞培养时分解组织,使组织细胞分散开。

23. 秋水仙素:人工诱导多倍体试剂。用于萌发的种子或幼苗,可使染色体组加倍,原理是可抑制正在分裂的细胞纺锤体的形成。有剧毒。

24. 氯化钙:增强细菌细胞壁的通透性,可用于基因工程。

25. 伊红-美兰:鉴别大肠杆菌。菌落具有金属光泽、呈深紫色。

26. 石蕊试剂:检验溶液酸碱性,用于判断光合速率与呼吸速率快慢的关系。

27.  $\text{NaHCO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$  或  $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$ :酸碱缓冲剂,通常配制成缓冲溶液,调节 pH。

28. 0.9% NaCl:生理盐水,补充水、无机盐,维持人体细胞形态。

29. 高浓度 NaCl 溶液:筛选金黄色葡萄球菌。

## 二、溶液配制

### 1. 固体的溶解和溶液配制的步骤

① 固体的溶解:一般在烧杯或试管中进行。常用研细、加热、搅拌、振荡等措施(氯化铁等不能加热)。

② 液体混合:一般密度小的先加入容器中。

③ 气体溶解:极易溶于水的应注意防止倒吸。

④ 配制一定质量分数溶液的操作步骤:计算、称量(对固体溶质)或量取(对液体物质)、溶解。

⑤ 配制一定物质的量浓度溶液的操作步骤:计算(溶质质量或体积)、称量或量取、溶解、降至室温、转入容量瓶中、洗涤(2~3 次,用玻璃棒再次移入)、定容(加水到刻度线下 2~3 厘米处,改用胶头滴管加至凹液面最低点与刻度相切)、摇匀、装瓶(注明名称、浓度)。

### 2. 溶液

① 鉴定葡萄糖的试剂——斐林试剂



取 35g 硫酸铜,溶解在 400mL 蒸馏水里,加蒸馏水到 500mL;取 85g 氢氧化钾(或 70g 氢氧化钠)和 175g 酒石酸钾钠溶解在 400mL 蒸馏水里,加蒸馏水到 500mL。

注意:上述两种溶液要分别保存,使用时再等量混合。

### ②鉴定淀粉试剂——碘液

取 2g 碘化钾,溶解在 10mL 蒸馏水中,再加 1g 碘,待溶解后用蒸馏水稀释到 300mL 即可。

### ③鉴定蛋白质试剂——双缩脲试剂

分别配制质量浓度为 0.1g/mL 的氢氧化钠溶液和质量浓度为 0.01g/mL 的硫酸铜溶液,备用。测定时,在 3mL 待测物中加入 1mL 质量浓度为 0.1g/mL 的氢氧化钠溶液和 1 滴质量浓度为 0.01g/mL 的硫酸铜溶液。如有蛋白质,会出现紫色反应。

### ④鉴定脂肪试剂——苏丹Ⅲ染液

取 0.1g 苏丹Ⅲ干粉,放入无水乙醇中,加热使其充分溶解,成为饱和乙醇溶液,过滤后倒进试剂瓶密闭保存备用,可保存数月。

### ⑤鉴定 $\text{CO}_2$ 试剂——澄清石灰水

取饱和石灰水澄清过滤,密闭备用。通常现配现用。

### ⑥用于细胞质壁分离的试剂

质量浓度为 0.3g/mL 的蔗糖溶液;质量浓度为 0.05g/mL 的氯化钠溶液;质量浓度为 0.05g/mL 的硝酸钾溶液。

### ⑦细胞核、染色体染色溶液——龙胆紫溶液

取龙胆紫溶解在 2% 乙酸溶液中,直到溶液不变成深紫色为止。

### ⑧细胞核、染色溶液——洋红溶液

取 5g 明矾溶解在 95mL 蒸馏水中,再加 0.5g 洋红,煮沸、冷却、过滤,可加少许石碳酸。

### ⑨鉴定 DNA 的试剂——二苯胺试剂

A 液:1.5g 二苯胺溶于 100mL 冰醋酸中,再加 1.5mL 浓硫酸,用棕色瓶保存。

B 液:乙醛的体积分数为 0.2% 的溶液。

配制:将 0.1mL B 液加入到 10mL A 液中,现配现用。

### ⑩植物无土栽培培养液

配方:硝酸钙 0.821g、硝酸钾 0.506g、磷酸二氢钾 0.136g、硫酸镁 0.120g、酒石酸铁 0.005g。

将上述盐类溶解在少量蒸馏水中,稀释到 1000mL。

注:土壤浸出液,把肥沃土壤放入清水(重量比 1:1)搅拌后,用滤纸过滤即得。

### ⑪固定液

配方:95% 乙醇 3 份,丁醋酸 1 份,按体积比配制。可保存最佳观察时期的花药和根尖。

### ⑫无氮培养基

配方:甘露醇(可用蔗糖代替)3g、 $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0.06g(2mL)、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.06g(2mL)、NaCl 0.06g(2mL)、 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.03g(1mL)、 $\text{CaCO}_3$  1.5g、琼脂 6g,配制 300mL 量, pH7.2 ~ 7.4。



## 三、试剂的取用和保存

1. 实验室里所用的药品,很多是有腐蚀性或有毒的。因此在使用时一定要严格遵照有关规定和操作规程,保证安全。不能用手直接接触药品,不要把鼻孔凑到容器口去闻药品(特别是气体)的气味,不得品尝任何药品的味道。

2. 注意节约药品,严格按照实验规定的用量取用药品。如果没有说明用量,一般应按最少量取用:液体1~2mL,固体只需要盖满试管底部。实验剩余的药品交还实验室放入指定的容器内(大多数既不能放回原瓶也不能随意丢弃),更不能拿出实验室。

### 3. 固体药品的取用

固体粉末状药品取用时用药匙或纸槽送入横放的试管中,然后将试管直立,使药品全部落到底部。药量一般以盖满试管底部为宜。定量时用天平称取。

块状固体物则用镊子夹取,放入横放的试管中,然后将试管慢慢直立,使固体沿管壁缓慢滑下。

### 4. 液体药品的取用

液体药品根据取用药品量的不同采用不同的方法。取用少量时,可用胶头滴管吸取。取一定体积的液体可用量筒、滴定管(或移液管)。取液体量较多时可直接倾倒(倾倒时注意瓶塞倒放、标签向手心、瓶口紧挨容器口),必要时用玻璃棒引流。

### 5. 药品的保存

一般药品分类保存,某些重要药品要重点保存(如毒物),有些注意分离保存(如氧化剂和易燃物)。

## 四、常用的实验方法

### 1. 化学物质的检测方法

①淀粉——碘液

②麦芽糖——斐林试剂

③ $\text{CO}_2$ —— $\text{Ca}(\text{OH})_2$

④乳酸——石蕊试剂

⑤ $\text{O}_2$ ——熄灭、复燃

⑥蛋白质——双缩脲反应

### 2. 实验结果的显示方法

①光合速度—— $\text{CO}_2$ 吸收量

②呼吸速度—— $\text{O}_2$ 消耗量

③元素利用途径——同位素示踪

④测定细胞液浓度大小——质壁分离和复原



⑤细胞是否死亡——质壁分离的复原

⑥甲状腺激素作用——饲喂法

⑦生长素作用——向光性

⑧胰岛素作用——切除、移植胰腺

### 3. 实验条件的控制方法

①增加水中氧气——增加水生植物、通  $O_2$

②减少水中氧气——减少水生植物、通  $N_2$

③除去容器中的  $CO_2$ ——NaOH

④除去叶中原有的淀粉——暗处理

⑤除去叶中叶绿素——脱色处理

⑥除去光合作用对呼吸的干扰——遮光

⑦如何得到单色光——棱镜折射

⑧血液抗凝——加柠檬酸钠

### 4. 实验过程常规方法

①显微观察法:如观察植物细胞有丝分裂、观察叶绿体和细胞质流动、观察植物细胞质壁分离和复原实验等。

②观色法:如观察动物毛色和植物花色的遗传等。

③原子示踪法:如噬菌体浸染细菌的实验,用  $^{18}O_2$  和  $^{14}CO_2$  追踪光合作用中氧原子和碳原子转移途径的实验等。

④等组实验法:如小麦淀粉酶催化淀粉水解的实验、发现生长素的燕麦胚芽鞘实验等。

⑤加法创意法:如用饲喂法研究甲状腺激素、用注射法研究动物胰岛素和生长激素、用移植法研究性激素等。

⑥减法创意法:如用阉割法、摘除法研究性激素、甲状腺激素和生长激素的实验,雌蕊受粉后除去正在发育着的种子等。

⑦杂交实验法:如孟德尔发现遗传定律的植物杂交、测交的实验,小麦的杂交等。

⑧化学分析法:如番茄和水稻对 Ca 和 Si 的选择性吸收,叶绿体中色素的提取和分离实验等。

⑨理论分析法:如大、小两种草履虫竞争的实验,植物根向地生长、茎背地生长的实验,植物向光性实验等。

⑩模拟实验法:如渗透作用的实验装置,分离定律的模拟实验等。

在科学研究活动中,对于许多假说的验证,可能会受到时间或空间条件的限制,在这种情况下,就需要在实验室内,人工地创造一定的条件或因素,模拟实际情况下的条件或因素(有时则需要把所考查的因素突出或集中),从而使研究者能够用较短的时间、方便的空间、较小的代价,获得可靠的实验结果。为了保证模拟实验具有仿真性,必须严格地控制实验条件;为保证实验的科学性,除事先根据实验条件设计的各种参数外,实验过程应坚决杜绝其他人为的干扰因素。随着数学科学的发展和计算机科学技术的进步,数学建模及以数学建



模为基础的计算机模拟实验发挥了越来越重要的作用,如高中生物学教材中的“种群增长模型”就是数学建模的典例。

高中生物学教材中的相关实验有:①制作 DNA 双螺旋结构模型;②性状分离比例几率的模拟。

高中生物学中还可以进行模拟实验的内容还有:①DNA 分子杂交;②动物种群密度的取样调查;③生态系的模拟如“生物圈Ⅱ”实验;④用数学模型模拟自然选择作用、竞争和捕食等。

## 五、中学生物对照实验设计的条件控制

实验条件是指在实验过程中与研究对象相互联系并对其状态、性质和变化发生影响的诸因素的总和。它主要包括环境条件、时空条件、药品试剂、仪器装置等。如在进行“绿叶在光下能否制造淀粉”的实验中,光照强度和温度、光照和饥饿处理的时间长短、碘液、水浴加热的装置等,都对实验结果有着直接或间接的影响,因此,这些都构成了该实验的重要条件。上述实验中,如果饥饿处理不够,就会使遮光的叶片体内残存淀粉,而影响对照效果,甚至同样的研究对象,在不同的条件下所表现的性质不同,其实验的结果也不同。如生长素的浓度不同,对植物生长的作用也不同,低浓度促进植物生长,高浓度抑制植物生长。因此,在观察生长素或生长素类似物对植物生长发育的影响时,就要控制好生长素或其类似物的浓度。控制是生物学实验的灵魂,实验的成功与否取决于条件控制的严密程度。所谓对实验条件的控制,就是通过限制、改变实验条件,并运用不同的对比或对照实验来探寻获得最佳效果的实验条件的科学方法,即创造一个典型环境或特殊条件而进行的控制活动。

1. 生物实验中的条件控制原理:控制是生物学实验的本质特性,没有控制就没有实质意义上的生物学实验。它一般可以分为两大类:一类是设法排除对研究对象的干扰;一类是设法对研究对象进行干扰。这是用两个相反的方式进行的控制,其所依据的原理是减法原理和加法原理。

①减法原理:实验控制中的减法原理就是设法排除某种因素对研究对象的干扰,同时尽量保持被考察对象的稳定,从而在比较纯粹的状态下反映对象。依据减法原理,对实验过程的控制可以通过两种途径:一是去掉或隔离某种条件的影响,如 2002 年浙江、安徽、福建的高考理科综合卷中的题,为验证“镁是植物生活的必需元素”,在实验设计中,每位同学必须选择生长状况一致的两组多株大豆幼苗作实验材料,目的就是排除个体差异这一因素带来的对生长发育的干扰作用。如果某些因素无法消除,如温度、空气等,就采取第二条途径,即设法创造稳定的、维持不变的相同条件进行对照,以抵消或排除这些条件对研究对象的干扰。如上述实验中的个体差异是靠选用生长状况一致的大豆幼苗的方法排除的,而植物所处的外部环境则只能建立对照组,并使其与实验组保持一定的条件,如适宜的温度、良好的通气状况、除镁元素外其他的矿物质元素都必须完全相同等等,这是通过抵消来排除对生长发育干扰的方法。



在中学生物实验中,运用减法原理控制的实验有很多,如二氧化碳在光合作用中作用的实验,实验组中氢氧化钾的作用就是消除二氧化碳,通过对照,以确定被减去的二氧化碳对光合作用的影响。再如,在生长素的发现过程中达尔文向光性实验和温特实验、绿叶在光照下制造淀粉、种子的萌发等都是运用减法原理而设计的对照实验,因此运用减法原理的生物学实验在生物科学研究中有着重要的作用。

②加法原理:实验控制中的加法原理就是设法给研究对象施加干扰,造成研究对象的变化,从而使研究对象在被激发状态中反映其某些特征。根据加法原理所设计的实验,不是保持或保护研究对象的原始状态,而是要干扰甚至破坏研究对象的某种状态。如在研究甲状腺激素的生理作用时,用含有甲状腺激素的饲料喂蝌蚪使蝌蚪在短时间内变成一只小型青蛙,或用手术摘除小狗的甲状腺,小狗会发生身体臃肿、行动呆笨而迟缓、精神萎靡、食欲不振、身体发育停止等症状,从而证明甲状腺激素有促进新陈代谢、加速体内物质的氧化分解、促进动物个体的生长发育、提高神经系统的兴奋性的作用。运用加法原理在对研究对象的控制中,往往进行破坏性干预,迫使研究对象暴露出某种现象和属性,在生物学的研究中也有很重要的作用。如在研究性激素的生理作用时,割除、移植公鸡和母鸡生殖腺的实验;研究生长激素的生理作用,切除垂体后,幼年动物生长立刻停滞等都是利用加法原理进行研究的。

## 六、实验设计的基本原则

1. 科学性原则:包括实验原理的科学性、实验材料选择的科学性、实验方法的科学性、实验结果处理的科学性。

### ①实验原理的科学性

实验原理是实验设计的依据,也是用来检验和修正实验过程中失误的依据,因此它必须是经前人总结或经科学检验得出的科学理论。如 2000 年全国高考试题第 25 题,本题要求学生设计实验验证钙离子在血液凝固中的作用。题中给出了两个实验原理:血液中的钙离子在血液凝固过程中起重要作用,若缺少它则血液不能凝固;草酸钙溶液能与血液中的钙离子发生反应,形成草酸钙沉淀,因此具有抗凝血作用。这两条原理科学而且完整,学生可由此产生明确的设计思路。

### ②实验材料选择的科学性

根据实验目的和实验原理选择恰当的实验材料,是保证实验达到预期结果的关键因素之一。如“还原性糖鉴定实验”中以苹果或雪梨细胞组织液为材料,以及“植物细胞质壁分离与复原”实验中以紫色洋葱为实验材料等实验都是一些经典的成功选材的范例。

思考:还原糖的鉴定、蛋白质的鉴定、植物细胞有丝分裂观察、叶绿体色素提取与分离、植物细胞的质壁分离与复原、细胞质流动的观察等实验中应选择哪些实验材料才能得到较好的实验效果?为什么?

### ③实验方法的科学性



# 实验教程

高中生物 gao zhong sheng wu

只有科学而严谨的实验方法,才能得出正确而可靠的实验结果。如鉴定蛋白质的实验中,根据蛋白质分子在碱性环境中与硫酸铜反应形成紫色的反应特点,实验过程中必须先加双缩脲试剂 A 液(质量浓度为 0.1g/mL 的氢氧化钠溶液),振荡后再加 B 液(质量浓度为 0.01g/mL 的硫酸铜溶液)。而不能反过来,或把 A 液与 B 液混合后加入,这样均不能得到预期的实验结果。

**思考:**在光合作用强度的检测实验中用绿光灯照射可看成是黑暗条件的依据是什么?在鉴定光合作用产物的实验中,为什么要对植物进行饥饿处理,这样做的科学性体现在哪里?

## ④实验结果处理的科学性

对于实验过程中得到的一些数据、现象或其他信息,不能简单处理,应首先整理后仔细分析,找出它们所能够透露给我们的最大信息量。

**例:**用含有各种必需矿物质元素的溶液培养大麦,一组在阳光下,一组在黑暗中,48h 后测定几种离子的浓度,实验结果如下:

| 实验条件 | 培养液容积  | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{K}^{+}$ | $\text{Mg}^{2+}$ |
|------|--------|------------------|----------------|------------------|
| 起始   | 5000mL | 0.006mol/L       | 0.002mol/L     | 0.004mol/L       |
| 光照   | 3910mL | 0.0081mol/L      | 0.00054mol/L   | 0.0072mol/L      |
| 黑暗   | 4466mL | 0.0063mol/L      | 0.0007 mol/L   | 0.0045mol/L      |

该实验数据为原始数据,请你对该数据进行适当加工,使实验现象更加明显。从该实验现象中你能得到哪些结论?

## 2. 单一变量原则

该原则可使实验中的复杂关系简单化,使结果更准确。其含义是:

①不论一个实验有几个实验变量,都应做到一个实验变量对应观测一个反应变量。

②实验中要尽可能避免无关变量及额外变量的干扰。例如,在“探索淀粉酶对淀粉和蔗糖水解作用”的实验中,加入的淀粉和蔗糖是单一变量,而加入的淀粉酶的量、反应温度、pH 则应控制成相同条件,否则这些因素的差异将干扰实验结果及对实验结果的分析。

**例:**某生物学小组为了研究阳光对大豆发芽的影响,在两个花盆里种了大豆,并设计了如下实验:

| 花盆 | 阳光 | 温度  | 水   |
|----|----|-----|-----|
| I  | 光照 | 20℃ | 充足  |
| II | 暗室 | 20℃ | 不充足 |

在这一实验设计中,应该改正的错误是( )

- A. 两个花盆都应放在向阳的地方
- B. 两个花盆都应放在黑暗的地方
- C. 两个花盆的温度不应该一样高
- D. 两个花盆都应浇给充足的水



分析:这个实验要研究的是阳光对大豆发芽的影响,因此阳光应该为自变量。根据单一变量的原则,其他因素都应设为常量,所以本题的答案为 D,这样既保证了变量单一,又使大豆不会因为缺水而影响发芽。而如果两个花盆都浇水不足,两个花盆中的大豆就都会因缺水而发芽不良,也会导致实验失败。因此,运用单一变量原则时,还要尽量使常量能够满足实验成功的条件。

例:下面是鉴定胃蛋白酶的专一性实验设计,试分析该实验设计是否符合单一变量原则,能否达到预期的实验效果?

| 实验材料 | 胃蛋白酶     | 温度  | pH  | 观察现象       |
|------|----------|-----|-----|------------|
| 瘦肉块  | 50mL 稀释液 | 37℃ | 7.0 | 瘦肉与土豆块能否消失 |
| 土豆块  | 50mL 稀释液 | 37℃ | 7.0 |            |

### 3. 对照原则

对照原则是中学实验设计中最常用的原则,如有关酶的高效、专一性和影响酶活性的条件的实验,观察植物细胞的质壁分离和复原实验等都采用了对照。通过设置对照实验,既可排除无关变量的干扰,又可增加实验结果的可信度和说服力。

对于对照实验,一个实验可包括实验组和对照组,实验组是接受自变量处理的实验组,对照组(控制组)是不接受自变量处理的对象组。至于哪个作实验组,哪个作对照组,一般是随机决定的。常用的对照类型有以下几种:

①空白对照:对照组不做任何处理的对象组。如“探索影响淀粉酶活性的条件”实验中,对三支试管的处理各不相同,其中对照组即 1 号试管只加 1mL 蒸馏水(可看作是不做任何处理)。2 号、3 号分别加等量的氢氧化钠溶液、盐酸溶液。

②自身对照:实验与对照在同一对象上进行,不另设对照。如“观察植物细胞质壁分离与复原”实验,即是典型的自身对照。

| 实验前细胞形态 | 加入 0.3g/mL 蔗糖溶液时细胞形态 | 加入蒸馏水后细胞形态 |
|---------|----------------------|------------|
| 对照实验    | 实验组一                 | 实验组二       |

③条件对照:给实验组某种处理,给对照组另一条件的处理,如在“验证甲状腺激素促进幼小动物发育”的实验中,存在以下实验组和对照组。

甲组:饲喂甲状腺激素(实验组)

乙组:饲喂甲状腺激素抑制剂(条件对照组)

丙组:对蝌蚪不作任何处理(空白对照)

④相互对照:指不另设对照组,而是利用几个实验组相互对照。如在“植物向光性”的实验设计中,如图 1-6-1 所示,2 与 1 对照可证明感光部位在胚芽鞘尖端,3 也可与 1 对照,4 也可与 1 对照,也可与 2 对照。



# 实验教程

高中生物

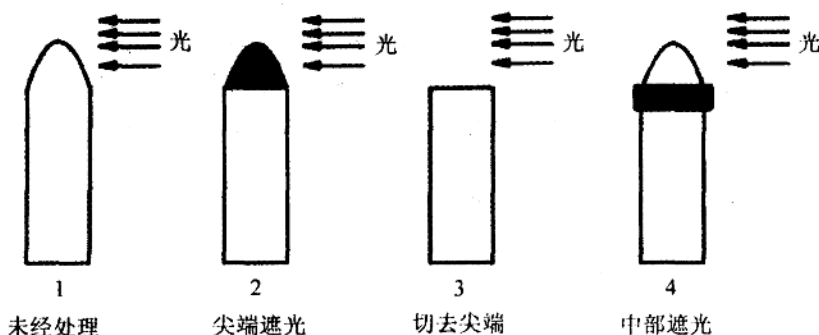


图 1-6-1

## 4. 控制与平衡控制原则

该原则是指要严格地操纵自变量,以获取因变量。同时,要严格地均衡无关变量,以消除额外变量干扰。即尽量消除实验误差,以取得较为精确的结果。常用的方法有单组、等组及轮组实验法。

### ①单组实验法

对一组(或一个)对象,既用 A 法,又用 B 法,顺序随机或轮流循环,这是生物实验常用的实验方法。例如,“观察植物细胞的质壁分离与复原”实验,通常是将做好的紫色洋葱片叶表皮细胞装片,先用蔗糖溶液做质壁分离观察,接着又用清水做质壁分离复原观察,这就是单组实验法。由于对象同一,无关变量的影响也就被抵消了。

### ②等组实验法

将状况相等的对象,分成两组,一组用 A 法,另一组用 B 法。例:“植物激素与向性”实验,设计了 5 组实验,其对象是玉米幼苗,要求品种、萌发期、粗细、大小、长势等状况都是相同的,这就是等组实验法,对无关变量的影响起到了平衡和消除作用。

### ③轮组实验法

对两组或两组以上的对象,循环进行两个以上的实验处理,如甲组——A 法、B 法;乙组——B 法、A 法等,这样能有效地平衡和抵消无关变量的影响。例如:“植物向光性”实验,可随机取 2 株(组)生长状况并不相等的玉米幼苗,做如下实验处理:

甲组:玉米幼苗——a 先用“不透光”处理, b 后用“单侧光”处理。

乙组:玉米幼苗——c 先用“单侧光”处理, d 后用“不透光”处理。

实验结果,则是 a + d(不透光)和 b + c(单侧光)的比较,这就是轮组实验法。这种实验处理的匹配,对平衡、消除无关变量和额外变量更有说服力。

## 5. 平行重复原则

任何实验必须有足够实验次数,才能避免结果的偶然性,使得出的结论准确、科学。

平衡重复原则要求控制某种因素的变化强度,在同样条件下重复实验,观察其对实验结果的影响程度。下面的这道题就是根据平行重复原则设计的实验。

在用质壁分离法测定细胞的渗透能力的实验中,把剪成小块的洋葱表皮细胞(等量)分



别依次放入下面各组溶液中,结果记录如下表。

| 培养皿 | 蔗糖溶液浓度 (mol/L) | 发生初始质壁分离细胞占观察细胞数目的百分比 |
|-----|----------------|-----------------------|
| 1   | 0.2            | 无                     |
| 2   | 0.3            | 无                     |
| 3   | 0.4            | 15%                   |
| 4   | 0.5            | 40%                   |
| 5   | 0.6            | 80%                   |
| 6   | 0.7            | 99%                   |
| 7   | 0.8            | 100%                  |

注:组织细胞等渗浓度是指该组织细胞有 50% 发生质壁分离。

请回答:

在以上基础上,如何进一步改进实验,将测定的洋葱表皮细胞的细胞液浓度范围精确到小数点后两位数。

①需设置的蔗糖溶液浓度分别为\_\_\_\_\_。

②\_\_\_\_\_。

③观察

④结果与分析

由以上实验设计的特点来看,采用了平行重复的原则来进行,消除了无关变量与额外变量的干扰,可多次重复该实验,使得实验结果更加客观、科学。

6. 可行性与简便性原则

可行性原则是指在设计生物学实验时,从实验原理、实验的实施到实验结果的产生,都具有可行性。

总之,设计实验时,要考虑到实验材料容易获得,实验装置比较简单,实验药品比较便宜,实验操作比较简便,实验步骤比较少,实验时间比较短。

## 七、学习细菌培养的基本技术

配制培养基:称量—溶化—调 pH—分装—加棉塞—包扎



灭菌:高压蒸气灭菌锅(98kPa, 20 分钟)



置斜面:50℃、斜面≤1/2 试管长度



接种:无菌操作、画蛇形细线、不破面





## 实验教程

高中生物 gao zhong shi wu

培养:恒温箱中  $25^{\circ}\text{C}$ — $5\sim 7\text{d}$ ( $37^{\circ}\text{C}$ — $24\text{h}$ )



观察:菌落最初在蛇形细线上呈点状分布,最后布满整个斜面。

### 1. 关于培养基的配制

①细菌种类不同,培养基类型也不同,因此要采用相对应的配方配制培养基。

②培养基除满足微生物所需各种营养外,还要有适宜的 pH。原因是不同种类的微生物除对培养基的营养需求不同外,对酸碱度的要求也不一样。大多数细菌生长发育的最适 pH 为 7.0 以上,即偏碱性。如:枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌 pH 为 7.4~7.6。而霉菌和酵母菌的最适 pH 为 7.0 以下,即偏酸性。所以要调 pH,只有这样微生物才能表现出最大繁殖能力。

### 2. 试管培养基的封口

培养基分装完毕,通常用棉塞封住管口。制作棉塞时,不要使用脱脂棉,因为脱脂棉容易吸水。用棉塞堵塞试管口时,不宜过紧或过松,以不留缝隙为标准。棉塞过紧,妨碍空气流通,不易拔出;棉塞过松,微生物会从缝隙处进入试管,导致培养基被污染;不能用试管去迎棉塞,以防不洁空气进入。

### 3. 使用高压蒸气灭菌锅时的注意事项

①紧盖和开盖时,都应采用对角式均匀地转动紧固螺栓,并且双手同时操作。切不可采用将紧固螺栓逐个拧紧或松开的方法。

②操作关键是在压力上升之前,必须先排除锅内冷空气。否则虽然压力达到要求但锅内温度达不到  $121^{\circ}\text{C}$ ,造成灭菌不彻底,如芽孢要在  $120^{\circ}\text{C}$  下处理 15 分钟才能杀死。

③灭菌结束以后,切勿过早打开排气阀,否则,开盖时试管内的培养基会由于内外压力不平衡而冲出管口,使棉塞上沾染培养基而发生污染。

### 4. 接种时的注意事项

①接种环(针)的箍处最易藏污纳垢,因此,接种环(针)箍处的灭菌尤为重要,稍有疏漏,将导致实验失败。可事先将这一部分插入体积分数为 75% 的酒精溶液中消毒,接种时再用火烧灼,以彻底灭菌。

②接种划线时要注意三点:一是划线的方向应该从里往外;二是线条要细并且密;三是不要重复划线。

③接种始终都要在无菌条件下进行(酒精灯火焰附近构成无菌区)。不能随意说话、谈笑。

### 5. 菌种的保存

用牛肉膏斜面培养基培养的细菌,不具有芽孢的,在温度  $4\sim 5^{\circ}\text{C}$  时,可保存 1 个月;具有芽孢的,可保存 6 个月。

#### 思考:

1. 在高压蒸气灭菌开始以前,为什么要将灭菌锅内的冷空气排尽?

在高压蒸气灭菌以前,如果高压蒸气灭菌锅内的冷空气没有排尽,当压力上升到 98kPa

Shengwu

shengwu