

---

## 【实验一】 生物组织中还原糖、脂肪、蛋白质的鉴定

### 一、教学目的

初步掌握鉴定生物组织中还原糖、脂肪、蛋白质的基本方法。

### 二、教学建议

教材中本实验安排为验证性实验，有条件的学校可以改为探索性实验，安排在讲课之前，或与讲课同步进行。

本实验难度并不大，但内容较多，实验时间较长，因此，必须作周密安排，才能按时完成。实验中应注意以下几点。

1. 增设教师演示实验。上课之前，教师应该准备好做演示实验所需的实验材料、用具、仪器和试剂等。同时，逐项完成还原糖、脂肪、蛋白质 3 类有机物的鉴定实验。在实验课上，将 3 个实验的正确结果分别展示在讲台上，并作扼要的介绍，以便使学生将自己的实验结果与教师的演示实验作比较。
2. 实验中学生应分工合作。在“还原糖的鉴定”实验中，当每组两个学生中的一个制备生物组织样液时，另一个学生可以用酒精灯将水煮开，以便缩短实验的等待时间。在“脂肪的鉴定”实验中，一个学生制作临时装片时，另一个学生则可以调试显微镜。另外，在完成前两个实验时，一个学生洗刷试管、清洗玻片和整理显微镜，另一个学生则可以进行后一个实验的操作。
3. 关于鉴定还原糖的实验，在加热试管中的溶液时，应该用试管夹夹住试管上部，并放入盛开水的大烧杯中加热。注意试管底部不要接触

---

烧杯底部，同时试管口不要朝向实验者，以免试管内溶液沸腾时冲出试管，造成烫伤。如果试管内溶液过于沸腾，可以上提试管夹，使试管底部离开大烧杯中的开水。

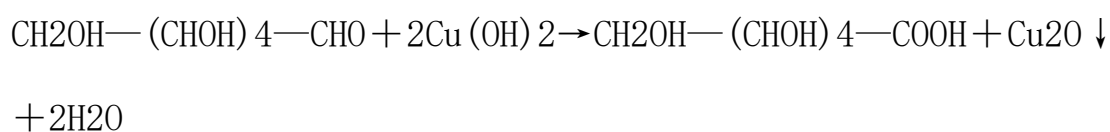
4. 做鉴定还原糖和蛋白质的实验时，在鉴定之前，可以留出一部分样液，以便与鉴定后的样液的颜色变化作对比，这样可以增强说服力。

5. 斐林试剂的甲液和乙液混合均匀后方可使用，切勿将甲液和乙液分别加入组织样液中。

### 三、参考资料

**还原糖的鉴定原理** 生物组织中普遍存在的还原糖种类较多，常见的有葡萄糖、果糖、麦芽糖。它们的分子内都含有还原性基团（游离醛基或游离酮基），因此叫做还原糖。蔗糖的分子内没有游离的半缩醛羟基，因此叫做非还原性糖，不具有还原性。本实验中，用斐林试剂只能检验生物组织中还原糖存在与否，而不能鉴定非还原性糖。

斐林试剂由质量浓度为  $0.1 \text{ g/mL}$  的氢氧化钠溶液和质量浓度为  $0.05 \text{ g/mL}$  的硫酸铜溶液配制而成，二者混合后，立即生成淡蓝色的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  沉淀。 $\text{Cu}(\text{OH})_2$  与加入的葡萄糖在加热的条件下，能够生成砖红色的  $\text{Cu}_2\text{O}$  沉淀，而葡萄糖本身则氧化成葡萄糖酸。其反应式如下：



---

用斐林试剂鉴定还原糖时，溶液的颜色变化过程为：浅蓝色棕色砖红色(沉淀)。

蛋白质的鉴定原理 鉴定生物组织中是否含有蛋白质时，常用双缩脲法，使用的是双缩脲试剂。双缩脲试剂的成分是质量浓度为 0.1 g / mL 的氢氧化钠溶液和质量浓度为 0.01 g / mL 的硫酸铜溶液。在碱性溶液(NaOH)中，双缩脲( $\text{H}_2\text{NOC}-\text{NH}-\text{CONH}_2$ )能与  $\text{Cu}^{2+}$ 作用，形成紫色或紫红色的络合物，这个反应叫做双缩脲反应。由于蛋白质分子中含有很多与双缩脲结构相似的肽键，因此，蛋白质可与双缩脲试剂发生颜色反应。

用于鉴定还原糖的实验材料准备植物组织是常用的实验材料，但必须加以选择。在双子叶植物中，光合作用的主要产物葡萄糖形成后，合成为淀粉，暂时储藏在叶子内，因此最好不用双子叶植物的叶子作实验材料。有些单子叶植物，如韭菜、鸢尾，并不将光合作用的初始产物转变为淀粉，因此叶内含有大量的可溶性单糖，但是，由于叶片中叶绿素的颜色较深，对于鉴定时的颜色反应起着掩盖作用，导致实验现象不明显，因此，也不宜用单子叶植物的叶子作实验材料。

本实验最理想的实验材料是还原糖含量较高的植物组织(或器官)，而且组织的颜色较浅或近于白色的，如苹果和梨的果实。经试验比较，颜色反应的明显程度依次为苹果、梨、白色甘蓝叶、白萝卜。

用于鉴定脂肪的实验材料 准备实验材料最好选择富含脂肪的种子，如花生种子(取其子叶)。供实验用的花生种子，必须提前浸泡 3~4 h。浸泡时间短了，不容易切成片；浸泡时间过长，则组织太软，切下

---

的薄片不易成形。

做鉴定脂肪的实验，教师可根据本地区的情况选用苏丹Ⅲ或苏丹Ⅳ染液。苏丹Ⅲ染液遇脂肪的颜色反应为橘黄色，苏丹Ⅳ染液遇脂肪的颜色反应为红色。因苏丹Ⅳ染液与脂肪的亲合力比较强，所以，染色的时间应比较短，一般为 1 min 左右。

用于鉴定蛋白质的实验材料准备 实验材料最好选用富含蛋白质的生物组织(或器官)，植物材料常用的是大豆种子，动物材料常用的是鸡蛋(卵白)。如用大豆种子，必须提前浸泡 1~2 d，这样容易研磨成浆。有条件的学校，可以直接采用现成的大豆磨成的豆浆，豆浆可以购买，也可用小型的研磨机制取。利用豆浆作实验材料，可以节约实验时间。

如果用稀释的卵白作实验材料，效果会更好。

### 斐林试剂的配制

甲液质量浓度为 0.1 g / mL 的氢氧化钠溶液

乙液质量浓度为 0.05 g / mL 的硫酸铜溶液

使用时临时配制，将 4~5 滴乙液滴入 2 mL 甲液中，配完后立即使用。

苏丹Ⅲ溶液的配制 称取 0.1 g 苏丹Ⅲ干粉，溶于 100 mL 体积分数为 95%的酒精中，待全部溶解后再使用。

苏丹Ⅳ溶液的配制 称取 0.1 g 苏丹Ⅳ干粉，溶于 50 mL 丙酮中，再

---

加入体积分数为 70% 的酒精 50 mL，充分混合后即可使用。

双缩脲试剂的配制 取 10 g 氢氧化钠放入容量瓶（或有刻度的烧杯）中，加水至 100 mL，待充分溶解后倒入试剂瓶中，配成质量浓度为 0.1 g / mL 的氢氧化钠溶液，瓶口塞上胶塞，贴上标签，写上试剂 A。

取 1 g 硫酸铜放入容量瓶（或有刻度的烧杯）中，加水至 100 mL，待充分溶解后倒入试剂瓶中，配成质量浓度为 0.01 g / mL 的硫酸铜溶液（蓝色）。瓶口塞上胶塞，贴上标签，写上试剂 B。

13

## 【实验二】 用高倍显微镜观察叶绿体和细胞质流动

### 一、教学目的

1. 初步掌握高倍显微镜的使用方法。
2. 观察叶绿体的形态和分布。
3. 通过在显微镜下的实际观察，理解细胞质的流动是一种生命现象。

### 二、教学建议

#### （一）用显微镜观察叶绿体实验的教学建议：

1. 实验材料的选择。实验材料的选择，应以取材方便、制片简单、观察效果好为原则。藓类植物的叶薄而小，叶绿体清晰，可取整个叶制片，作为实验材料的首选对象。实验时，可选取葫芦藓或墙藓的叶作

---

观察材料。

2. 显微镜的使用。关于显微镜使用方法的指导，是学生做实验前教师讲解的主要内容。要求学生做好以下几点。

(1) 将显微镜安放好显微镜放在操作者前方偏左，镜筒在前，镜臂在后。

(2) 对光转动转换器，使低倍物镜对准通光孔(物镜前端距载物台约 2 cm)；左眼注视目镜，右眼睁开；选用大光圈，弱光源时选用凹面镜。

(3) 低倍镜观察将装片放在载物台上，使标本正对通光孔中心，用压片夹压住装片；转动粗准焦螺旋，下降镜筒至距玻片 2~3 mm 处；左眼注视目镜内，反向转动粗准焦螺旋，当看到物像后再转动细准焦螺旋，直到看清细胞物像。移动装片，将观察物放在视野中心。

(4) 高倍镜观察转动转换器，换上高倍物镜；调节细准焦螺旋，直到看清所要观察的物像。

3. 观察程序的指导。观察时，教师应提醒学生先用低倍镜观察，再用高倍镜观察，最后绘制镜下叶绿体的形态和分布图。

4. 讲解绘制生物图的要求。绘图的要求包括绘图的工具要求，以及绘制生物图的方法要求。如，图的摆放位置和大小，线条和点点，指示线、注字和图名，作者姓名和日期等。

5. 条件许可的学校，最好每人使用一台显微镜，以便培养学生对显微镜的操作能力。

6. 增加演示实验。如果条件允许，则可以增加“不同光照条件下叶绿

---

体的形态变化”的演示实验，使学生了解叶绿体对不同光照条件的适应性。实验课前，在讲台前摆放3台显微镜，载物台上分别放着强光(200 W 灯泡照射 5 min)、弱光(25W 灯泡照射 10 min)、黑暗处理过的3片葫芦藓叶的临时装片。让学生轮流观察，看清楚不同光照条件下叶绿体位置的改变。应该注意的是，如果用强光照射叶的装片，灯泡不能离装片太近(灯泡距装片应大于 20 cm)，否则叶绿体会被强光灼伤而解体。

(二) 用显微镜观察细胞质流动实验的教学建议：

1. 继续强化高倍镜的操作训练。在观察叶绿体的实验中，对于显微镜的使用，是进行全面地训练和操作，而在本实验中应重点加强高倍显微镜的操作训练。
2. 观察程序的指导。观察细胞质流动时，应向学生讲清首先要找到叶肉细胞中的叶绿体，然后以叶绿体作为参照物。学生观察时眼睛应注视叶绿体，进而观察细胞质的流动，最后，再观察细胞质的流动速度和流动方向。
3. 指导学生寻找最佳观察部位。在学生观察之前，教师应告诉学生寻找靠近叶脉部位的叶肉细胞进行观察，此处细胞水分供应充足，容易观察到细胞质的流动，细胞质的流动方向可参见高中生物（必修）第一册教科书中实验二的插图。
4. 可以增加演示实验。建议增加“不同外界条件下细胞质的流动情况”的演示实验。在讲台前摆放3台显微镜，分别是缺水(萎蔫)、光照(强

---

光照射过)、化学刺激(质量分数为 5%的盐酸刺激过)三种不同条件下黑藻叶的装片, 让学生轮流观察细胞质的流动情况。要使学生了解, 细胞质的流动不是一成不变的, 而是在不同的外界条件下, 流动速度不完全一样。

5. 课前应检查实验材料, 以便做到心中有数。观察细胞质的流动, 理想的实验材料是黑藻。实验前, 教师必须检查供实验用的黑藻叶片细胞质的流动情况, 如果发现细胞质不流动, 或者流动很慢, 应立即采取措施, 加速其细胞质的流动。方法有三种, 可以任选一种: 一是进行光照, 即在阳光或灯光下放置 15~20 min; 二是提高盛放黑藻的水温, 可加入热水将水温调至 25 ℃左右, 再将黑藻放入其中培养; 三是切伤一小部分叶片。

### 三、参考资料

**观察叶绿体实验的原理简介** 高等植物的叶绿体呈椭球状, 在不同的光照条件下, 叶绿体可以运动, 并改变椭球体的方向。因此, 在不同光照条件下采集的葫芦藓, 其叶内叶绿体椭球体的形状不完全一样。

**观察叶绿体实验材料的准备** 实验用的葫芦藓必须提前准备。从阴面潮湿的墙根、林地、花房的花盆土表可以找到葫芦藓。将它连根铲起, 带土栽在花盆内, 放在阴面, 要经常洒水, 保持湿润。

**观察细胞质流动实验材料的准备** 实验用的黑藻应该提前到池塘或小河中捞取, 采集后放在实验室的养鱼缸中, 让它继续生长。

黑藻是淡水沉水草本植物, 根入泥, 叶短, 3~4 片叶轮生(图 2-6)。



---

有冬芽，生小枝顶端，芽的苞叶卵状披针形至线形，排列紧密，可进行营养繁殖。夏季采集到以后，可以一年四季连续培养。春天时，其冬芽伸展，一个月之后，茎可伸出，并长出较多的叶。

观察细胞质流动的代替实验材料 观察细胞质流动的材料，如果找不到黑藻，可用以下材料代替：

- ①紫鸭跖草雄蕊的花丝表皮毛；
- ②鸭跖草的蓝色花瓣，观察韧皮部筛管细胞中的细胞质流动；
- ③向日葵舌状花花冠的表皮；
- ④万寿菊管状花的花瓣表皮；
- ⑤新鲜大白菜内层叶片宽大中脉处的表皮；
- ⑥黄瓜嫩茎的表皮毛；
- ⑦小麦的根毛。

图 2-6 黑藻

1. 植物体 2. 叶(放大) 3. 雄花 4. 雌花 5. 种子

使用上述实验材料时，实验课前教师应该对实验用的植株浇足水分。

如果是在野外采集的，则应将采集到的实验材料放在塑料袋内，扎紧袋口，以防止水分散失过快。在使用植物的表皮或表皮毛观察细胞质

---

流动时，视野应调暗些。

## 其他实验材料的观察方法

### 1. 小麦根毛细胞质流动的观察

#### (1) 方法步骤

①剪下一段 0.5~1 cm 的带有根毛的小麦根，纵剖为二。将剖面向下，放在载玻片上。

②加 1 滴质量浓度适宜的蔗糖溶液，盖上盖玻片，轻压盖玻片。

③在低倍镜下找到成熟区，选取 1 个根毛细胞，然后换用高倍镜观察。

#### (2) 注意事项

①根毛细胞的细胞质无色透明，难于观察它的流动，因此需要采用缩小光圈或采用较弱光线进行观察。

②细胞质内有许多小颗粒随着细胞质流动，只要以细胞的其他相对静止结构作为参照物，就能辨认出细胞质的流动。其流动途径是从根毛尖端转向基部，然后回转，不断循环(图 2-7)。

图 2-7 小麦根毛细胞质流动示意图

③剪下的小麦根应立即滴上质量浓度适宜的蔗糖溶液，以便维持其生命力。或者预先在载玻片上滴 1~2 滴质量浓度适宜的蔗糖溶液，然后再放置实验材料。

④放上盖玻片以后，可以用凡士林涂在盖玻片的四周，以免水分蒸发导致蔗糖浓度提高，影响实验效果。

---

## 2. 南瓜幼苗茎表皮毛细胞质流动的观察

- ①实验课的前 3 周，把南瓜种子种在盛有土壤的花盆内，放在温暖的地方，并保持土壤湿润。
- ②待种子萌发成幼苗后，用镊子撕下茎和叶上的表皮。
- ③把表皮放在载玻片的水滴里，盖上盖玻片。先用低倍镜观察，找到表皮毛细胞。
- ④在高倍镜下观察细胞质的流动方向(见图 2-8)。

图 2-8 南瓜幼苗茎表皮毛细胞质的流动  
(箭头表示细胞质的流动方向)

## 3. 美洲鸭跖草雄蕊花丝表皮毛细胞质流动的观察

### (1) 方法步骤

- ①从花上取 1 枚雄蕊，摘去花药，迅速将花丝放入滴有质量浓度适宜的蔗糖溶液的载玻片上，盖上盖玻片。
- ②用手指轻轻压盖玻片，使花丝平贴。
- ③先用低倍镜找到花丝上的表皮毛，选定表皮毛上的 1 个细胞，换用高倍镜观察。

### (2) 注意事项

- ①美洲鸭跖草又名紫鸭跖草，花自夏到秋不断开放，冬季不能在室外越冬。但可以盆栽，以随时备用。

---

②美洲鸭跖草花丝表皮毛由多个细胞构成，呈念珠状排列，1个“念珠”即1个表皮毛细胞。它们的细胞质里有小油滴和其他颗粒状内含物，这些物质随细胞质流动。紫色液泡能与细胞质区别开来。9月间，在室温26~28℃条件下，不用蔗糖溶液也能观察到细胞质的流动。最好选择细胞中部呈细线条的细胞质来观察，可看到小的颗粒像青蛙的红细胞流过毛细血管那样流动，在10~20s内从细胞的一端流动到另一端。

### 【实验三】 观察植物细胞的有丝分裂

#### 一、教学目的

1. 观察植物细胞有丝分裂的过程，识别有丝分裂的不同时期。
2. 初步掌握制作洋葱根尖有丝分裂装片的技能。
3. 初步掌握绘制生物图的方法。

#### 二、教学建议

在本实验的教学中，教师应注意以下几点。

1. 实验前教师应讲解实验成功的关键。

(1) 解离充分是实验成功的必备条件。解离充分，组织才能分散，细

---

胞也不会重叠。

(2) 染色时，染液的浓度和染色时间必须掌握好。特别是染色不能过深，否则镜下一片紫色，无法观察。

(3) 压片时用力必须恰当，过重时会将组织压烂，过轻则细胞未分散，二者都将影响观察。

2. 制作装片过程中空隙时间的利用。解离、漂洗、染色三个步骤中，都有一个等待时间的问题，教师应充分利用这些空隙时间。建议讲解以下内容：洋葱根尖的培养方法；取材时间；解离过程中氯化氢的作用；漂洗的目的及方法；分生区细胞与根尖其他区的细胞的区别；高倍镜的使用方法等。

3. 教给学生观察要领。让学生观察时，先用低倍镜观察，再用高倍镜观察。

装片压得好的，根尖各个区清楚的，要找分生区，在该区范围内进行观察；装片压得根尖分区不清楚的，则找分生区的细胞观察。

4. 增加演示实验。学生自己制作的装片，由于某些原因，观察效果不一定理想。教师可在实验课前准备 5 台示范镜，分别演示有丝分裂固定装片下间期、前期、中期、后期、末期 5 个不同时期，并在旁边画

---

出示意图。凡是自己制作的装片观察效果不好的学生，都可以观察讲台前的示范镜。

### 三、参考资料

#### 洋葱根尖的培养

1. 培养洋葱生根时，避免用新采收的洋葱，因这种洋葱尚在休眠，不易生根。培养过程中，注意每天至少换水一次，以防烂根。

如果必须用当年刚采收的新洋葱培养生根，则应设法打破它的休眠。常用的方法是用低浓度的赤霉素溶液浸泡洋葱底盘，这样可以促使其生根。

2. 对于头年收下的洋葱，可以采用如下方法促使它生根。

(1) 选择底盘大的洋葱作生根材料。

(2) 剥去外层老皮，用刀削去老根(从底盘中央向四周削)，注意不要削掉四周的“根芽”。

(3) 用烧杯装满清水，放上洋葱，放置在光照处。水要保持清洁，注意每天换水 1~2 次。一般 2~3 d 即可获得实验所需材料。如果班级较多，为了防止后用的班级所需的洋葱根长得过长，也可以放入冰箱里(1~2 ℃)培养。

3. 固定时间取材。洋葱根尖细胞有丝分裂的时间是有规律的。通常在

---

每天上午 10 时至下午 2 时分裂活跃，尤其以上午 11 时 30 分时最活跃，可以在这时取材。

实验注意事项 解离时，也可将剪取的 2~3 mm 洋葱根尖浸入浓盐酸和酒精的体积分数为 95% 的溶液各半的混合液中，浸 20~30 min。这样，根尖细胞被杀死，细胞间质被溶解，细胞容易分离。

染色时，也可用紫药水取代龙胆紫染液，但浓度不宜过大。可将紫药水稀释，即每 2~3 滴清水中加入一滴紫药水。将洋葱根尖染色 3~5 min 后再移入中央有一滴清水的载玻片上，制作装片。

压片时，仅靠用手指轻按，不易将根尖细胞分散开。可将染色后的洋葱根尖用小刀压平，或用铅笔带橡皮的一端稍用力压，这样才能使细胞分散，并且便于放平盖玻片。

14

#### 【实验四】比较过氧化氢酶和 $\text{Fe}^{3+}$ 的催化效率

##### 一、教学目的

1. 初步学会探索酶的催化效率的方法。
2. 探索过氧化氢酶和  $\text{Fe}^{3+}$  催化效率的高低。

##### 二、教学建议

在本实验的教学中，教师应注意以下几点。

- 
1. 可以将本实验与“探索淀粉酶对淀粉和蔗糖水解的作用实验合为1课时进行。
  2. 教师在实验过程中应引导学生去探索,通过观察现象得出结论。例如,上实验课之前,教师应当布置学生提前认真预习实验指导并思考以下问题无机催化剂氯化铁溶液中的  $\text{Fe}^{3+}$  和过氧化氢酶都可以使过氧化氢分解为水和氧,那么,在同样的条件下,与  $\text{Fe}^{3+}$  相比,过氧化氢酶催化作用的特点是什么实验过程中,教师要引导学生注意观察,当分别向过氧化氢溶液中加入已知数目的  $\text{Fe}^{3+}$  和过氧化氢酶分子后,哪个试管产生的气泡多? 哪个试管能使快要熄灭的卫生香猛烈地复燃? 并请学生分析一下,试管中产生的各是什么气体? 哪个试管内的反应进行得比较快? 原因是什么? 然后,再引导学生通过对实验现象的分析得出结论——酶的催化作用具有高效性的特点。
  3. 实验过程中,教师应提醒学生注意以下几点。
    - (1) 加入实验材料后,应立即观察实验现象,并将观察到的结果及时填写在《实验报告册》中。
    - (2) 向试管中插入快要熄灭的卫生香时,动作要快,但不要插到气泡中,以免使卫生香因潮湿而熄灭。
    - (3) 试管最好使用  $20 \times 200 \text{ mm}$  的,这是因为如果试管过小,整个试管就会因充满了稠密的气泡而影响卫生香复燃。
    - (4) 过氧化氢溶液有一定的腐蚀作用。应提醒学生注意,在滴加过氧化氢溶液时切勿溅到皮肤上。如果皮肤滴溅上过氧化氢溶液,一定要用清水及时冲洗掉。



---

### 三、参考资料

实验材料的准备 新鲜的鸡、蟾蜍的肝脏或鱼的肝胰脏,实验效果也很好,但需要查阅资料,进而换算出每滴质量分数为 3.5%的氯化铁溶液中的 $\text{Fe}^{3+}$ 数,大约是每滴上述肝脏或肝胰脏研磨液中过氧化氢酶分子数的多少倍。

### 【实验五】探索淀粉酶对淀粉和蔗糖的水解作用

#### 一、教学目的

1. 初步学会探索酶催化特定化学反应的方法。
2. 探索淀粉酶是否只能催化特定的化学反应。

#### 二、教学建议

在本实验的教学中,教师应注意以下几点。

1. 实验课前,教师应当布置学生预习实验指导。学生通过预习,可以理

---

解实验原理,了解实验的目的要求和方法步骤,避免实验时边看书边做实验的情况发生。

2. 实验过程中,教师应提醒学生注意以下几点。

(1) 制备的可溶性淀粉溶液,必须完全冷却后才能使用。如果用刚煮沸的可溶性淀粉溶液进行实验,就会因温度过高而破坏淀粉酶的活性。

(2) 两支试管保温时,应控制在 60 ℃ 左右,低于 50 ℃ 或高于 75 ℃,都会降低化学反应的速度。

(3) 如果 2 号试管也产生了砖红色沉淀,可以考虑以下原因。

① 蔗糖溶液放置的时间是否过长。因为蔗糖溶液放置时间过长,蔗糖容易被溶液中的微生物分解成还原性糖,影响实验的结果。这时应改用现配制的蔗糖溶液。

② 试管是否干净。如果上一个班的同学做完实验后未能将试管清洗干净,这次实验又接着用,就可能出现这种情况。为此,教师必须要求学生在实验结束后,一定要将试管洗刷干净,并倒置控干。教师在实验前应对试管统一进行检查,以杜绝上述情况的发生。

③ 蔗糖本身是否纯净。如果蔗糖不纯,就可能出现产生砖红色沉淀的现象。为保证蔗糖纯净,实验前教师可先配制少量的蔗糖溶液,并用斐林试剂检验一下,确无砖红色沉淀产生,则为纯净蔗糖。

三、参考资料

---

淀粉酶溶液的配制 取 2 g 淀粉酶(粉剂),放入烧杯中,边搅拌边加入 98 mL 蒸馏水,搅拌均匀后备用。

淀粉酶简介 本实验为定性实验,因此,不必使用纯的淀粉酶。淀粉酶在一般的化学试剂商店就可以买到,有的酿酒厂也有出售,买回后放在冰箱冷藏室中可保存几年。

替换材料 容易购买到菊糖的学校,最好用菊糖代替蔗糖。这是因为菊糖是由多个果糖分子缩合而成的,与淀粉同属于多糖。用菊糖与淀粉进行对比实验,更具有说服力。

## 【实验六】叶绿体中色素的提取和分离

### 一、教学目的

1. 初步掌握提取和分离叶绿体中色素的方法。
2. 探索叶绿体中有几种色素。

### 二、教学建议

在本实验的教学中,教师应该注意以下几点。

1. 本实验的步骤比较多,实验的时间比较紧,教师要认真做好实验前的准备工作。实验和讲课可以穿插进行。

---

2. 实验课前, 教师应要求学生做好实验预习, 理解实验原理, 了解目的要求和方法步骤。实验课上, 教师应向学生说明本实验的实验原理, 使学生知道叶绿体中的色素之所以能够分离, 是因为几种色素随层析液在滤纸上的扩散速度不同所致。

3. 在提取色素时, 教师应提醒学生操作要迅速。剪碎叶片前要去掉叶柄和粗的叶脉, 并且尽量将叶片剪得细碎些。制得的色素提取液, 应加盖避光, 以免叶绿体中的色素在接触空气或光照下遭到破坏。

4. 分离色素前, 教师要提醒学生注意以下几点。

(1) 裁取定性滤纸时, 尽量注意双手不要接触纸面, 以免手上的油脂或其他脏物污染滤纸。

(2) 根据烧杯的高度制备滤纸条, 让滤纸条长度高出烧杯 1 cm, 高出的部分做直角弯折。在滤纸条的另一端剪去两角并在离顶端 1 cm 处画好滤液细线后, 将弯折部分用胶水粘在培养皿内顶壁上。

(3) 画滤液细线时, 用力要均匀, 速度要适中, 色素线以 3 mm 宽效果最佳。

5. 教师要合理安排好实验课的时间。例如, 每组两个学生分工合作, 一人提取色素。另一人制备滤纸条, 并让学生仔细观察实验结果, 及时进行记录和讨论。

---

6. 为使学生了解自己探索的结果是否正确, 教师应为学生提供 4 条色素带在滤纸上正确分布的样品, 供学生对照使用。

7. 有条件的学校, 可以让学生自带实验材料(不同种类绿色植物的叶片), 分不同的小组进行探索实验, 找出最佳实验材料。此项内容也可以安排在课外生物科技活动小组进行。

### 三、参考资料

**实验替代材料** 在选择实验材料时, 除菠菜外, 蓖麻、棉花、向日葵、菜豆等植物的叶片均可选用。

**实验替代药品** 提取液除用丙酮外, 还可以在加入 2~3 mL 丙酮后, 再加入 2 mL 石油醚(这样可以提高类胡萝卜素的提取效果)。经过充分研磨、过滤、静置后, 滤液分为两层, 滤液中的色素浓缩了近一倍。

**层析液** 层析液还可以采用以下的配方。

(1) 20 份汽油、2 份丙酮、2 份石油醚、1 份苯。将滤纸条直接用该层析液进行层析, 就可以得到比较理想的效果。

(2) 9 份体积分数为 95% 的酒精和 1 份苯混合。

(3) 汽油或四氯化碳加少许无水硫酸钠。

(4) 体积分数为 95% 的酒精或 93 号汽油。

---

## 【实验七】 观察植物细胞的质壁分离与复原

### 一、教学目的

1. 初步学会观察植物细胞质壁分离和复原的方法。
2. 理解植物细胞发生渗透作用的原理。

### 二、教学建议

在本实验的教学中,教师应注意做到以下几点。

1. 实验课前,教师应要求学生做好预习,理解实验原理,了解目的要求和方法步骤。
2. 为了节约实验材料,教师可以将洋葱鳞片叶切成小块,分发给学生。教师可以在黑板上画图,并演示取鳞片叶表皮的方法。
3. 观察洋葱鳞片叶表皮细胞的临时装片时,应当先用低倍镜观察,再用高倍镜观察。应挑选洋葱鳞片叶表皮无重迭、无气泡的装片进行观察。
4. 教师应当提醒学生注意,不能在显微镜的载物台上滴加蔗糖溶液和

---

清水, 必须在实验桌上进行。滴加蔗糖溶液和清水时, 必须重复几次。

5. 有条件的学校, 还可以增加如下探索内容。

(1) 让学生自己配制一系列不同质量浓度的蔗糖溶液, 探索洋葱鳞片叶的表皮细胞在什么质量浓度范围内质壁分离最快, 在什么质量浓度范围内不发生质壁分离, 在什么质量浓度以上发生了质壁分离之后不能复原。让学生探索质量浓度为 0.3 g/mL 的蔗糖溶液是否为洋葱鳞片叶表皮细胞发生质壁分离的最佳质量浓度。

(2) 用质量浓度为 0.3 g/mL 的蔗糖溶液对不同植物的组织做质壁分离实验, 比较它们的质壁分离速度。

(3) 采用其他的一定质量浓度的溶液, 探索这些溶液能否使洋葱鳞片叶的表皮细胞发生质壁分离。

以上探索内容可以放在课外生物科技活动小组内进行。

### 三、参考资料

**实验材料准备** 用紫色洋葱鳞片叶做实验材料时, 外层鳞片叶用完后, 内层鳞片叶色淡, 不宜马上用做实验材料。可以将长有内层鳞片叶的洋葱放在窗台上, 让阳光照射, 不久鳞片叶变为深紫色, 就可用做实验材料。

---

除了紫色洋葱鳞片叶外,也可以选用南瓜的表皮毛或黑藻、水绵等做实验材料,但需要进行染色。

## 【实验八】 物向性运动的实验设计和观察

### 一、教学目的

1. 初步学会设计植物向性运动实验的方法。
2. 学会观察植物的向性运动。

### 二、教学建议

在本实验的教学中,教师应该注意以下几点。

1. 鼓励学生充分运用所学知识,进行实验设计。学生对植物的向光性运动和向重力性运动的现象已经有了一定的认识。在此基础上,只要学生充分利用所学的知识,加以认真思考,再进行实验的设计和观察,一般来说不会有太大障碍。教师在指导学生进行实验设计时,不要束缚学生的思路,也不一定局限于教材中提供的材料用具,要鼓励学生大胆设想、求异创新,设计出既简便易行,又科学准确的实验设计方案。



---

2. 实验之前, 教师应向学生讲明实验设计的方法和要求。所谓实验设计, 是指正式进行科学实验之前, 根据一定的目的要求, 运用有关的原理, 制定一套研究方案。就本实验而言, 在学生进行正式设计之前, 教师应向学生说明一个比较完整的实验方案应该包括哪些内容(见本实验的参考资料), 使学生在设计实验时有据可依。当然, 也可以让学生参照教材中的其他实验的形式(所包括的项目), 模仿设计。

3. 强调实验过程中观察和记录的重要性。设计实验方案, 并不是本实验的全部目的。在完成实验设计后, 还要按实验方案进行操作和观察, 认真做好记录, 学习观察和记录数据的方法。在向学生讲解观察和记录的重要性时, 应向学生讲清如实做记录的科学意义。记录时, 不但要记载符合预期的现象, 也要记载与预期相矛盾的现象, 以便对结果进行如实分析, 同时从中找出实验成功的原因或失败的教训。通过讲解使学生懂得一个偶然的现象也许会成为科学上新发现的道理。

4. 教给学生对实验结果进行分析的方法, 对实验数据进行正确处理的方法。

5. 实验地点的要求。由于完成本实验需要较长的时间, 因此, 对实验的地点可不作统一要求。有条件的学校, 可以安排在校内进行实验; 条件差的学校, 也可以把实验安排在学生家中进行。

---

6. 实验报告的要求。对于多数学生来说,可以按照实验指导的要求填写实验报告册。对于学习有余力的学生,或者是对生物有浓厚兴趣的学生,则可以让他们单独撰写一份比较详细的实验报告,以学习科学实验中做科学报告的一般方法。

7. 实验结束之后,教师应及时组织评比。这不是可有可无的事,而应视作本次实验的一次升华。

评比的内容包括①实验设计方案的优缺点;②各自记录的实验现象是否准确;③分析实验结果的方法是否正确;④结论的推导是否恰当。

评比可以采用小组讨论与全班讲评相结合的方法。通过讨论起到互相交流和学习的作

### 三、参考资料

实验设计方案的内容 一个比较完整的实验设计方案,一般包括以下内容

1. 实验题目。

2. 假设。即对可见现象提出的一种可检测的解释。

---

3. 预期。即在检测一个假设之前,先提出实验的预期结果。如果预期没有实现,则说明假设不成立;如果预期得到实现,则假设成立。

4. 实验。根据实验的目的和提出的假设,来具体设计实验的方法步骤。在实验的方法步骤设计中,必须遵循对照的原则。对照的常用方法有以下几种。

空白对照不给对照组任何处理因素。

条件对照虽然给对照组施以部分实验因素,但不是所要研究的处理因素。

自身对照对照和实验都在同一研究对象上进行。

相互对照不单设对照组,而是几个实验组相互对照。

在实验中要注意“变量的控制,一般只确认一个变量,即对实验结果有影响的变量。

5. 观察和收集数据。在实验方案中要事先设计定时观察的内容和观察的次数,同时应按要求进行观察,并将观察到的现象和结果如实记录下来。有的实验还需要采集数据。

6. 分析。对实验记录下来的现象、结果、数据进行整理、分析。有的可以用图表表示出来。

---

7. 推论。即根据实验事实进行推论, 得出结论的过程。

8. 交流。即写出书面实验报告。

本实验中“方法步骤”的设计思路

植物的向光性实验设计方案示例

1. 实验题目植物的向光性实验。
2. 目的要求观察植物在单侧光照射下的生长情况, 验证植物的生长具有向光性。
3. 材料用具植物幼苗(玉米、小麦等)、火柴杆、小花盆(或培养皿)、泥土、不透光的纸盒、台灯、剪刀。
4. 实验假设依据植物生长的向光性原理, 幼苗应朝纸盒开孔的方向生长, 也就是向着光源的方向生长。

---

5. 实验预期经过一定时间之后, 幼苗将弯向光源生长。

## 6. 方法步骤

(1) 用剪刀在不透光的纸盒一侧挖一个直径为 1 cm 的孔, 待模拟单侧光照射时使用。

(2) 将几株长势相同但真叶尚未出胚芽鞘的小麦幼苗依次排开, 分别栽种在两个花盆中。在幼苗的旁边插一根火柴杆, 作为对比的参照物。

(3) 将制作好的遮光罩扣住花盆 (一组用不透光的纸盒, 另一组用一侧带小孔的纸盒), 白天将装置置于阳光充足的地方, 夜间以台灯代替光源, 并使光从小孔中透入纸盒。

(4) 每天打开纸盒, 观察幼苗的生长情况, 记录下高度、倾斜角及当日温度、天气等情况, 并间断地拍照, 保留图片记录。但要注意, 打开纸盒观察实验现象的时间应该尽可能地短, 并保持透光孔的方向与前次一致。

## 7. 实验记录

将观察日期、时间、环境条件 (温度、天气)、幼苗生长情况等列表记录。

## 8. 实验结果和结论

分析实验结果, 得出结论。 植物的向重力性实验设计方案示例

---

1. 实验题目植物的向重力性实验。

2. 目的要求了解植物根的生长具有向重力性的特点。

3. 材料用具刚萌发的玉米种子(胚根长 0.5 cm 左右)、培养皿、棉花、滤纸、胶布、橡皮泥、剪刀。

4. 实验假设根的生长与地心引力有关。

5. 实验预期经过一定时间之后, 4 粒玉米种子的胚根都向下生长。

#### 6. 方法步骤

(1) 取 4 粒同样大小已萌发并长出胚根的玉米粒, 平放在一个培养皿内, 使其胚根尖端部分朝向培养皿中央。各萌发的玉米粒分别位于罗盘的东、南、西、北位置。

(2) 将滤纸剪成培养皿大小, 盖在玉米粒上, 然后再盖上湿棉花, 直到填满整个培养皿。注意不要将棉花塞紧, 以免影响根的生长。

(3) 盖上培养皿盖, 边缘用胶布封口竖起培养皿, 用橡皮泥固定住。将竖立的培养皿放入恒温箱中培养, 注意培养皿中玉米粒的位置必须保持不变, 使最上面的玉米粒的胚根垂直向下, 最下面玉米粒的胚根垂直向上, 左右 2 个玉米粒的胚根处于水平位置。

---

## 7. 实验记录

列表记录这 4 粒玉米种子胚根的生长情况。

## 8. 实验结果和结论

分析实验的结果, 得出结论。

**【研究性课题】** 设计实验, 观察生长素或生长素类似物对植物生长发育的影响

### 一、教学目的

1. 初步学会设计一个观察生长素或生长素类似物对植物生长发育影响的实验方法。
2. 学会观察实验中产生的现象, 分析观察到的现象, 得出你的结论。

### 二、教学建议

教师在指导学生进行该研究性课题时, 应注意以下几点。

1. 教师要为学生设计实验方案、进行实验做好必要的准备工作。
  - (1) 给学生介绍一些有关的参考资料, 如大学的《植物生理学》教材、

---

《生物学通报》、中学生物实验类书籍、生物科技活动类书籍、花卉栽培类书籍等。

(2) 给学生介绍一些常用的生长素及其类似物的中文名与英文缩写的简称对照。例如, 吲哚乙酸 (IAA)、吲哚丙酸 (IPA)、吲哚丁酸 (IBA)、萘乙酸 (NAA)、2, 4-二氯苯氧乙酸 (2, 4-D)。

(3) 给学生介绍生长素和几种生长素类似物的特点, 为学生设计实验提供选材依据。

IAA 在植物体内不稳定, 容易被强光分解, 效果不稳定, 不如 IBA 和 NAA。IBA 不易被氧化分解, 容易保留在被处理的部位。作用强烈, 作用时间长, 诱发的根多而长, 但价格较贵。

NAA 效果与 IBA 相似, 诱发的根少而粗。价格便宜, 使用安全。

(4) 介绍生长素及其类似物的使用方法。进行实验时, 常用水溶液、粉剂或含药物的羊毛脂软膏这三种不同的物质进行处理, 其浓度单位为 mg/L。使用时, 将需要处理的植物器官部位在水溶液中浸泡一定时间, 或蘸取粉剂, 或涂抹羊毛脂软膏。

2. 设计实验之前, 教师应教给学生设计实验的思路。

(1) 确定课题 因为该“研究性课题的题目范围较大, 教师可以根据当地实际情况和本校的条件, 指导学生选择一个较小的合适课题进行研究, 如“NAA 对××植物插条生根的影响”或“2, 4-D 对××植物结果的影响”等。

(2) 提出假设 对自己的实验内容提出假设。如 NAA 可以使插条基部



---

(经 NAA 处理过)的薄壁细胞恢复分裂能力,产生愈伤组织,长出不定根。

(3) 设计对照实验 在本课题的研究中,为了探索某种生长素类似物在何种浓度范围内对植物的生长发育产生影响,必须多设计几个不同浓度的实验组作为相互对照。设计实验装置时,须提醒学生装置的设计应有利于观察,如观察促进生根的实验可以用水培法。

(4) 观察和记录 实验中要注意观察现象或结果,认真记录。

(5) 验证 实验完成后,如果时间允许,最好将原实验重复一遍。如能重复成功,说明假设成立。

3. 为了尽可能减少学生之间的重复实验,教师应将实验内容(子课题)尽量分配开。如同一种生长素类似物对不同种植物生长发育的影响,对同种植物不同器官生长发育的影响,不同种的生长素类似物对某种植物某一器官生长发育的影响。实验结束时,再组织同一实验内容或同类实验内容的学生进行比较分析。

4. 教师应要求学生在实验过程中认真进行观察,如实做好记录,包括实验前、实验中和实验后植物生长发育的变化。不但要记录与预期一致的现象,还要记录与预期不一致的现象。对于实验过程中能采集到的数据,应尽量多采集。

5. 实验结束之后,教师要教给学生认真分析实验结果,科学处理实验

---

数据的方法,如尽量用列表式或函数图表式表示。还要引导学生利用实验事实进行科学推理,得出相应的结论。最后完成实验报告。

6. 本课题的实验部分,全部安排在课外或家中进行。

7. 课题报告完成之后,教师应组织学生进行交流。教师在组织学生交流报告时,不但要让学生交流自己所做的实验报告,还要让学生汇报完成本课题的体会,如经验、教训、克服困难的方法等。

### 三、参考资料

#### IAA 的生理作用

1. 促进作用。IAA 促进不定根和侧根的形成,茎的伸长,叶片扩大,老叶脱落,某些植物花的形成,雌花增加,子房壁生长,单性结实,果实生长,某些果实座果,种子生长,种子萌发。

2. 抑制作用。IAA 使侧枝生长,块茎形成,幼叶脱落,花的脱落,果实脱落。

IAA 对叶片的脱落是促进还是抑制,取决于 IAA 的来源。若 IAA 沿茎向叶片运输,促进老叶脱落若 IAA 从叶片向茎运输,则抑制它本身叶片的脱落。IAA 对果实脱落的促进和抑制,也有类似情况。 生长素类

---

## 似物的生理作用

1. IBA、NAA 和 2,4-D 均可促使一些不易生根的植物(如油桐、苹果、梨、梅、杏)插条顺利生根,使用浓度一般为 10~100 mg/L。

2. 促进结实。用 10 mg/L 的 2,4-D 溶液喷洒番茄花簇,可以促进座果,促进无子果实的形成。

3. 促进菠萝开花。凡是达到 14 个月营养生长期的菠萝植株,在一年内的任何月份,用 5~10 mg/L 的 NAA 或 2,4-D 处理,都可以在 2 个月后开花。

4. 阻止器官脱落。施用 10 mg/L 的 NAA 或 1 mg/L 的 2,4-D,可使棉花保蕾保铃。

5. 抑制花芽分化,延迟开花。用 0.01mg/L 的 2,4-D 喷洒的菊花,花蕾呈初花状态;用 0.1 mg/L 的 2,4-D 喷洒的菊花,花蕾膨大而透色;用 5 mg/L 的 2,4-D 喷洒菊花的花蕾,花蕾尚小;而对照组菊花则盛开。

用 250 mg/L 的 IBA 喷洒落地生根植株,可延长开花 2 周。

用 50 mg/L 的 NAA 在蕾期喷洒离层部位,可延长盆栽叶子花的花期

---

20d。

6. 抑制果实成熟。用 10 mg/L 的 2,4-D 在蕾期或幼果期喷洒盆橘,可延长挂果时间。 含有生长素类似物的水溶液、粉剂和羊毛脂软膏的配制方法

### 1. 水溶液(以 NAA 为例)

NAA 为无色粉剂,纯度为 99%或 80%不等。难溶于冷水,而易溶于酒精、醋酸和沸水。配制某浓度的药液需要多少某一纯度的 NAA 粉剂,可由下面的公式算出

原药含量 $\times$ 原药用量(mg)=使用浓度(mg/L)/1 000 $\times$ 使用药液量(mL)。

例如,配制浓度为 1000 mg/L 的 100 mL NAA 母液时,先算出需要多少 99%的 NAA 粉剂  $99\% \times x = 1\ 000 / 1\ 000 \times 100$ ,  $x = 101$  mg。然后,称取 101 mg 99%的 NAA 粉剂,溶于少量体积分数为 95%的酒精溶液中,再用蒸馏水稀释到 100mL,就可以得到 1000 mg/L 的 NAA 母液。

不同浓度的 NAA 溶液,可用 NAA 母液配制。如配制 40 mg/L 的 NAA 溶液,可吸取 4 mL NAA 母液,用蒸馏水稀释到 100mL 就可以了。

### 2. 粉剂

---

首先将药剂溶解在体积分数为 95%的酒精溶液中,然后将配制的酒精药液均匀地搅拌在惰性粉(如滑石粉)中,适当加热,待酒精全部挥发掉,就得到粉剂了。

### 3. 羊毛脂软膏

先将药剂配制成一定浓度的水溶液,再与熔化的羊毛脂混匀就可以了。例如,配制 1500 mg/L NAA 羊毛脂软膏时,先称取 1.5 gNAA,溶于 1 mL 体积分数为 95%的酒精溶液中,然后倒入大烧杯内,加蒸馏水至 1000 mL,加热搅拌至充分溶解,如因加热使体积减少,应补足到 1 000 mL;再取 500 g 羊毛脂,放入 1000 mL 大烧杯中,微微加热,使它熔化然后取 250 mL 的 1500 mg/L NAA 溶液,注入熔化的羊毛脂中,充分搅匀,就得到 1 500 mg/L 的 NAA 羊毛脂软膏。

### 几种生长素类似物制剂的使用方法

1. 喷洒 如用 2,4-D 水溶液喷洒花和果实。
2. 浸泡 如用 NAA 的水溶液浸泡插条基部。
3. 蘸取 如用插条基部蘸取 NAA 的粉剂。

---

4. 涂抹 如用 NAA 羊毛脂软膏涂抹处理部位(如茎), 外面最好用棉花轻轻包住。

### 生长素类似物对植物生长发育影响的实验设计示例

1. 实验题目 IAA 对种子萌发和幼苗生长的影响。

2. 实验原理 IAA 对种子的萌发和幼苗生长有促进作用。

3. 目的要求

(1) 初步学会设计观察 NAA 对种子萌发和幼苗生长影响的方法。

(2) 观察分析实验中的现象, 得出适当结论。

4. 材料用具种子(如萝卜种子), 试管, 移液管, 培养皿, 滤纸, IAA 溶液。

5. 实验假设一定浓度的 IAA 溶液对种子的萌发和幼苗生长有促进作用。

6. 实验预期经不同浓度的 IAA 溶液处理过的种子, 1 周之后种子的萌发和幼苗的生长会有所区别。

---

## 7. 方法步骤

- (1) 配制浓度分别为 1000 mg/L、10 mg/L、0.1 mg/L、1  $\mu$ g/L、0.01  $\mu$ g/L 的 IAA 溶液。
- (2) 取 6 个试管, 编号。在 1~5 号试管中, 分别加入 5 mL 不同浓度的 IAA 溶液, 6 号试管中加入 5 mL 蒸馏水。
- (3) 在 6 个试管中各放入 20 粒种子。
- (4) 24 h 后取出种子。取 6 个培养皿编号 (1~6 号), 每个培养皿内事先都垫上滤纸, 1~5 号分别用不同浓度的 IAA 溶液浸湿 (序号应与试管号对应), 6 号培养皿内的滤纸用蒸馏水浸湿。将从 1~6 号试管中取出的种子, 分别放入与之对应的 1~6 号培养皿中, 均匀摆放。盖上培养皿盖, 放暗处培养。
- (5) 观察统计。1 周后进行观察, 测量, 统计。

## 8. 实验记录

## 9. 实验结果和结论

### (1) 分析实验结果

- ① 分析数据的可靠性。
- ② 根据所得数据绘制函数图表。
- ③ 根据函数图表分析萝卜种子的发芽率和幼根、胚轴的生长状况 (长度) 与 IAA 浓度的关系。

---

④找出促进萝卜种子萌发和幼苗生长的 IAA 溶液最适浓度。

(2) 推导结论 根据对实验结果的分析, 得出相应的结论。

## 【实验九】DNA 的粗提取与鉴定

### 一 教学目的

1. 初步掌握 DNA 的粗提取和鉴定的方法。

2. 观察提取出来的 DNA 物质。

### 二 教学建议

在本实验的教学中, 教师应注意以下几点。

1. 实验材料必须准备充足。本实验所用的实验材料是鸡血细胞液, 由活鸡的鲜血经沉淀后获得。每组 (2 个学生) 需用 5 mL 鸡血细胞液, 则每班 (50 人) 至少需要 130 mL, 而鸡血细胞液与鸡血的体积比为 13, 这样每班至少需要 390 mL 鸡血细胞液。宰杀 1 只中等大小的活鸡, 一般可得 0 mL 左右的鲜血, 因此, 1 个班实验需要买 4 只活鸡。如果不



---

具备购买活鸡的条件,也可以到市场售活鸡处去索取鸡血,但所带烧杯中必须提前放入抗凝剂。

2. 盛放鸡血细胞液的容器,最好是塑料容器。鸡血细胞破碎以后释放出的 DNA,容易被玻璃容器吸附,由于细胞内 DNA 的含量本来就比较少,再被玻璃容器吸附去一部分,提取到的 DNA 就会更少。因此,实验过程中最好使用塑料的烧杯和试管,这样可以减少提取过程中 DNA 的损失。

3. 获取较纯净的 DNA 的关键步骤。

(1) 充分搅拌鸡血细胞液 DNA 存在于鸡血细胞的细胞核中。将鸡血细胞液与蒸馏水混合以后,必须用玻璃棒沿一个方向快速搅拌,使鸡血细胞加速破裂,并释放出 DNA。

(2) 沉淀 DNA 时必须用冷酒精实验前必须准备好大量的体积分数为 95% 的酒精,并在冰箱(至少 5℃ 以下)中至少存放 24 h。

(3) 正确搅拌含有悬浮物的溶液实验步骤 3、5、7,都需要用玻璃棒搅拌。教师应提醒学生注意,在进行步骤 3、5 时,玻璃棒不要直插烧杯底部,而且搅拌要轻缓,以便获得较完整的 DNA 分子。进行步骤 7 时,要将玻璃棒插入烧杯中溶液的中间,用手缓慢转动 510 min。

### 三 参考资料

实验原理的补充介绍

---

1. DNA 的释放 DNA 位于鸡血细胞的细胞核中, 正常情况下不会释放出来。为了使 DNA 从细胞核中释放出来, 实验中采用了向鸡血细胞液中加入蒸馏水并且搅拌的方法。蒸馏水对于鸡血细胞来说, 是一种低渗液体, 水分可以大量进入血细胞内, 使血细胞破裂。同时, 再加上搅拌的机械作用, 就加速了鸡血细胞的破裂(细胞膜和核膜的破裂), 于是释放出 DNA, 当然也有 RNA。但是, 释放出来的大量 DNA 和 RNA 往往与蛋白质结合在一起。

2. 将 DNA 与蛋白质分离 根据二者的特性, 即在浓度较高的氯化钠溶液(物质的量浓度为  $2\text{ mol/L}$ ) 中, 核蛋白容易解聚, 游离出 DNA。而 DNA 在浓度较高的氯化钠溶液中的溶解度很高,  $\text{Na}^+$  与带负电的 DNA 结合成 DNA 钠盐。这时 DNA 在溶液中呈溶解状态。

3. DNA 的析出与获取 利用 DNA 在浓度较低的氯化钠溶液中溶解度小的原理, 向含有 DNA 的浓度较高的氯化钠溶液中加入大量( $300\text{ mL}$ ) 蒸馏水, 稀释氯化钠溶液, 使 DNA 的溶解度下降, 而蛋白质的溶解度增高(这就是蛋白质的盐溶现象), 从而使二者分离。这时, 加上不停地搅拌, 溶解度下降的 DNA 逐渐呈丝状物。再通过过滤, 滤去蛋白质, 就可以获取 DNA 的黏稠物了。如果采用离心法则更好, 用  $4\ 000\text{ r/min}$  的旋转频率, 离心  $15\text{ min}$ , 除去上清液(含有蛋白质), 留下的沉淀物中含 DNA。

---

4. DNA 的再溶解 再用较高浓度的氯化钠溶液去溶解 DNA 黏稠物。

5. DNA 的沉淀和浓缩 除去了蛋白质的核酸溶液, 必须再进一步沉淀和浓缩。最常用的方法是酒精沉淀法。就是将含有  $\text{Na}^+$  的 DNA 溶液, 加入到相当于其两倍体积的体积分数为 95% 冷酒精溶液中, 混匀以后可以使 DNA 沉淀、浓缩, 形成含杂质较少的 DNA 丝状物, 悬浮于溶液中。如果出现丝状物较少, 可以将此混合液再放入冰箱中冷却几分。浓缩后的 DNA 丝状物, 可以用缓缓旋转玻璃棒的方法卷起 (因为玻璃棒有吸附 DNA 的作用)。

6. DNA 的鉴定 本实验中鉴定 DNA 的方法为二苯胺法 (配方见下述的“药品配制”)。二苯胺法的原理是 DNA 中嘌呤核苷酸上的脱氧核糖遇酸生成  $\omega$ -羟基- $\gamma$  酮基戊醛, 它再和二苯胺作用而显现蓝色 (溶液呈浅蓝色)。

鉴定时溶液蓝色的深浅, 与溶液中 DNA 含量的多少有关。

### 二苯胺试剂的配制

A 液: 15 g 二苯胺溶于 100 mL 冰醋酸中, 再加 15 mL 浓硫酸, 用棕色瓶保存。如冰醋酸呈结晶状态, 则需加温后待其熔化, 再使用。

---

B 液： 乙醛的体积分数为 0.2% 的溶液。

配制： 将 0.1 mL B 液加入到 10 mL A 液中, 现配现用。

## DNA 粗提取与鉴定的另一种方法

### 1. 材料用具

新鲜菜花(或蒜黄、菠菜)。

塑料烧杯, 量筒, 玻璃棒, 尼龙纱布, 陶瓷研钵, 试管, 试管架, 试管夹, 漏斗, 酒精灯, 石棉网, 三角架, 火柴, 刀片, 天平。

研磨液, 体积分数为 95% 的酒精溶液, 二苯胺试剂, 蒸馏水。

### 2. 方法步骤

#### (1) DNA 的粗提取

①准备材料 将新鲜菜花和体积分数为 95% 的酒精溶液放入冰箱冷冻室, 至少 24 h。

②取材 称取 30 g 菜花, 去梗取花, 切碎。

③研磨 将碎菜花放入研钵中, 倒入 10 mL 研磨液, 充分研磨 10 min。

④过滤 在漏斗中垫上尼龙纱布, 将菜花研磨液滤入烧杯中(有条件的学校可将滤液倒入塑料离心管中进行离心, 用 1 000r/min 的

---

旋转频率, 离心 25 min, 取上清液放入烧杯中)。在 4 °C 冰箱中放置几分钟后, 再取上清液。

⑤加冷酒精 将一倍体积的上清液倒入两倍体积的体积分数为 95% 的冷酒精溶液中, 并用玻璃棒缓缓地轻轻搅拌溶液(玻璃棒不要直插烧杯底部)。沉淀 35 min 后, 可见白色的 DNA 絮状物出现。用玻璃棒缓缓旋转, 絮状物会缠在玻璃棒上。

## (2) DNA 的鉴定

①配制二苯胺试剂 取 0.1 mL B 液, 滴入到 10 mL A 液中, 混匀。

②鉴定 取 4 mL DNA 提取液放入试管中, 加入 4 mL 二苯胺试剂, 混匀后观察溶液颜色(不变蓝)。用沸水浴(100 °C)加热 10 min。在加热过程中, 随时注意试管中溶液颜色的变化(逐渐出现浅蓝色)。

### 研磨液的配制方法

Tris: 10.1 g(相对分子质量为 1.14), 先加 50 mL 蒸馏水溶解, 用物质的量浓度为 2 mol/L 的盐酸调至 pH8.0, 再加下述药品。

NaCl: 8.76 g(相对分子质量 58.44)

EDTA: 37.2 g(相对分子质量 372.24)

SDS: 20 g(相对分子质量 288.3)

待上述药品全部溶解后, 再用蒸馏水定容至 1 000 mL。

若在室温低于 20 °C 时配制药液, SDS 呈沉淀析出, 此时需要加温, 才能将 SDS 溶解。如果提前配制的研磨液出现了沉淀, 则应加温使沉淀溶解后再使用。

### 研磨液中几种药品的作用

---

SDS(十二烷基磺酸钠)可使蛋白质变性,与 DNA 分离。

EDTA(乙二胺四乙酸二钠)为 DNA 酶的抑制剂,可以防止细胞破碎后 DNA 酶降解 DNA。

物质的量浓度为 0.15 mol/L 的氯化钠溶液:能很好地溶解 DNA。

Tris/HCl: 提供缓冲体系,DNA 在这个缓冲体系中呈稳定状态。

(Tris 为三羟甲基氨基甲烷)

鉴定 DNA 的其他方法 用紫外灯照射法鉴定 DNA 效果很好。具体鉴定方法如下。

1. 配制染色剂。用蒸馏水配制万分之五的溴化乙锭(EB)溶液。
2. 将玻璃棒上缠绕的白色絮状物抹于蜡纸上,再滴 1 滴 EB 溶液染色。
3. 将蜡纸放在紫外灯(260 nm)下照射(暗室中),可见橙红色的荧光(DNA 的紫外吸收高峰在 280 nm 处)。

### 【实习 3】 种群密度的取样调查

#### 一、教学目的

---

初步学会种群密度取样调查的方法。

## 二、教学建议

教师在本实习的教学中,应该注意以下几点。

1. 植物种群密度调查地点的选择。调查植物的种群密度,必须在野外或室外进行。有条件的学校,教师可以带领学生到野外进行实地调查。调查地段的选择应当大小适中,面积过大费时费力,面积过小则失去调查意义。被选择的调查地段,教师应事先进行实地考察,以做到有的放矢。城市中的一般学校,可以到附近的公园或小花园去调查。规模较大、绿化较好的学校,也可以在本校校园内进行调查。

2. 教师对调查地段的植物种类要做到心中有数。高中学生的植物分类知识比较缺乏,进行植物种群密度调查时,首先遇到的困难就是不认识植物。因此,需要教师加强指导,首先要让学生认识调查对象。如果在校园内进行调查,最好提前做好标牌,并将标牌挂在植株上。

3. 根据调查对象划定调查地段的大小。植物种群密度的调查对象,可以是乔木、灌木和草本,教师应根据调查对象来划定调查地段的大小。一般来说,调查乔木的种群密度时,地段应该划得大一些;调查草本植物的种群密度时,地段应该划得小一些;调查灌木时,调查地段的大小则应该介于二者之间。

---

4. 调查植物种群密度时,对植物种类的选择。植物种群密度的调查,对于初学者来说,主要是学习调查的基本方法,因此,宜易不宜难。调查乔木比较容易,调查双子叶草本植物也比较容易,教师应指导学生以这两者为对象进行调查。而调查一些丛生小灌木,丛生或蔓生的草本单子叶植物,由于有时一棵植物有几个分枝,不容易辨别是一株还是多株,因此建议最好不要以此为对象进行调查。

5. 分工合作,进行调查。调查时应 24 人为一组,其中一人专门负责记录,其他同学负责取样、调查计数,这样合作调查速度较快。

6. 不同小组进行取样调查时,应选取不同的样方。不同小组之间分别取样,最后再将调查结果进行比较,看差异有多大,这样可以使学生理解随机取样的重要性。同时,还可以将不同小组的调查结果经计算后取其平均值,这样可以缩小取样调查的误差。

7. 调查时间。取样调查的时间最好选择在植物生长旺盛的季节,这时进行调查便于学生识别植物。

### 三、参考资料

种群密度取样调查中的两个概念

样方 样方也叫做样本。从研究对象的总体中,抽取出来的部分个体的集合,就叫做样方。



---

随机取样 在抽样时, 如果总体中每一个个体被抽选的机会均等, 且每一个个体被选与其他个体间无任何牵连, 那么, 这种既满足随机性, 又满足独立性的抽样, 就叫做随机取样(或叫做简单随机取样)。随机取样不允许掺入任何主观性, 否则, 就难以避免调查人员想获得调查属性的心理作用, 往往使调查结果偏大。

### 常用的取样方法

在进行植物种群密度取样调查时, 取样的方法较多。下面介绍两种常用的取样方法。

1. 点状取样法。点状取样法中常用的为五点取样法(图 8-4)。当调查的总体为非长条形时, 可用此法取样。在总体中按梅花形取 5 个样方, 每个样方的长和宽要求一致。这种方法适用于调查植物个体分布比较均匀的情况。

2. 等距取样法。当调查的总体为长条形时, 可用等距取样法。先将调查总体分成若干等份, 由抽样比率决定距离或间隔, 然后按这一相等的距离或间隔抽取样方的方法, 叫做等距取样法。例如, 长条形的总体为 400 m 长, 如果要等距抽取 40 个样方, 那么抽样的比率为  $1/10$ , 抽样距离为 10 m。然后可再按需要在每 10 m 的前 1 m 内进行取样, 样方大小要求一致。

---

## 植物种群密度调查示例

调查地段 天津市水上公园附近的一块林地。

地段面积 长 500 m, 宽 30 m, 计 15 000 m<sup>2</sup>。

调查对象 独行菜、刺儿菜、打碗花、苦苣菜、抱茎苦苣菜的种群密度。

取样方法 等距取样法。

调查时间 1996 年 6 月 2 日。

调查结果 5 种植物种群密度的估计值(株 / m<sup>2</sup>)

独行菜 29.9, 刺儿菜 8.1, 打碗花 4.4, 苦苣菜 3.8, 抱茎苦苣菜 3.9。

动物种群密度的取样调查 在调查动物的种群密度时, 一般多采用标志重捕法(捉放法)。就是在一个有比较明确界限的区域内, 捕捉一定数量的动物个体进行标志, 然后放回, 经过一个适当时期(标志个

---

体与未标志个体重新充分混合分布)后,再进行重捕。根据重捕样本中标志者的比例,估计该区域的种群总数,可计算出某种动物的种群密度。

标志重捕法的前提是,标志个体与未标志个体在重捕时被捕的概率相等。

在标志重捕法中,标志技术极为重要,在操作中应注意以下几点。

1. 标志物和标志方法必须对动物的身体不会产生对于寿命和行为的伤害。如选用着色标志时,要注意色素无害而溶剂可能有毒如果用切趾、剪翅等方法标志动物时,不能影响被标志动物正常的活动或者导致疾病、感染等。

2. 标志不能过分醒目。因为过分醒目的个体,在自然界中有可能改变与捕食者之间的关系,最终有可能改变样本中标志个体的比例而导致结果失真。

3. 标志符号必须能够维持一定的时间,在调查研究期间不能消失。

标志重捕法的应用比较广泛,适用于哺乳类、鸟类、爬行类、两栖类、鱼类和昆虫等动物。

---

与植物种群密度的调查相比, 动物种群密度的取样调查要困难得多, 而且又费时间。如果要学习这种调查方法, 而条件又不允许时, 则可以试一下“模拟捉放法, 其原理相同。

### 动物种群密度调查示例(模拟捉放法)

材料用具 绿豆一包, 红豆 50 粒, 大小烧杯各 1 个。

### 方法步骤

1. 从一包绿豆中取出 50 粒, 换上 50 粒红豆(代替标志), 然后将这包豆子放入大烧杯中, 充分搅拌, 使两种豆子混合均匀。
2. 闭上眼睛抓取豆子, 每次从大烧杯中随机抓取一粒豆子, 放入小烧杯中。依此方法, 连续抓取豆子 20 次。
3. 数一下小烧杯中一共有多少颗红豆(a)。
4. 按照下列公式计算纸包中的绿豆总数

---

x 为纸包中的绿豆总数(代表种群总数)

则  $x=1000/a$

5. 重复测算 3 次, 求平均值。

6. 数绿豆总数将大烧杯中的豆子倒在桌上, 数清共有多少粒绿豆。将步骤 5 中测出的平均值与这个数字做比较, 看是否相近。

### 昆虫种群密度调查示例

材料用具 野外田垄或草坪的昆虫小型隔离种群, 捕虫网, 测量绳或卷尺, 纸, 笔。

### 方法步骤

1. 选择一块几十平方米至几百平方米的野外隔离空地(如菜田、草坪), 要求这块空地上没有障碍物和棘刺灌木, 以免扫网困难。

2. 从地块边上的某一点出发, 由一名操作者拿捕虫网按照“牛耕式”路线左右扫捕昆虫, 不重复地把田块走遍。清理网内昆虫, 分类到目,

---

记录数目,最后处死昆虫。每走一遍捕得的昆虫总数就是一次捕获数。

3. 每隔 5 min 重复步骤 2 一次。注意应由同一名操作者沿同样的路线,以相同的扫网次数进行捕虫,并记录数目。当捕获的昆虫数量呈连续下降趋势时,就可以停止了。

4. 把上述每次捕获的昆虫数目填入下表,并计算捕获累积数。

5. 以捕获累积数为 X 轴,每次捕获数为 Y 轴,根据上述数据描点作直线向右延伸,与 X 轴相交处就是种群估计数。

6. 将种群大小(种群估计数)除以测量田块面积,就得到种群平均密度。

例如,在某田块中连续捕虫 8 次,得到下表数据

捕获次数

每次捕获数 (Y)

捕获累积数 (X)

---

所得数据作回归直线方程。

由直线向右延伸跟 X 轴相交, 得到种群估计数为 360。

田块面积为 0 m<sup>2</sup>, 这个种群的平均密度为 3 个/m<sup>2</sup>。

### 注意事项

1. 每次捕捉必须严格保持条件一致, 如走向、路线、扫网次数、力度及气候条件, 以减少误差。
2. 每次捕到的昆虫, 不得放回原种群, 同时应尽量防止种群内有迁出或迁入的个体。

### 【实习 4】设计并制作小生态瓶, 观察生态系统的稳定性

#### 一、教学目的

1. 初步学会设计并制作小生态瓶。

---

2. 初步学会观察生态系统的稳定性。

## 二、教学建议

教师在组织本实习的教学中, 应该注意以下几点。

1. 实验前应讲清所设计的生态系统类型。本次实习要求学生设计一个人工模拟的微型生态系统, 可以模拟池塘生态系统, 也可以模拟陆地生态系统。

2. 讲明设计小生态瓶的要求。

(1) 在制作完成的小生态瓶中所形成的生态系统, 必须是封闭的。

(2) 小生态瓶中的各种生物之间以及生物与无机环境之间, 必须能够进行物质循环和能量流动。

(3) 小生态瓶必须是透明的, 既让里面的植物见光, 又便于学生进行观察。

(4) 小生态瓶中投放的生物, 必须具有很强的生活力。投放的动物数量不宜过多, 以免破坏食物链。

(5) 生态瓶宜小不宜大。如果设计的是模拟微型池塘生态系统, 则瓶中的水量应为容器的  $4/5$ 。

(6) 小生态瓶制作完毕后, 应该贴上标签, 写上制作者的姓名与日期, 然后将小生态瓶放在有较强散射光的地方。要注意不能将小生态瓶放在阳光能够直接照射到的地方, 否则会导致水温过高, 而使水草死亡。



---

另外,在整个实验过程中,不要随意移动小生态瓶的位置。

3. 设计实验对照组。在一个班内,教师可以有意安排设计多种对照实验,由不同的学生来完成。如水质、植物数量、动物数量、基质内容、见光与否等项目。在分析结果时,让学生通过分析比较找出较好的设计方案。

4. 生态系统稳定性的观察方法。

(1) 让学生设计一份观察记录表,内容包括植物、动物的生活情况,水质变化(由颜色变化进行判别),基质变化。

(2) 每天观察一次,同时做好观察记录。

(3) 如果发现小生态瓶中的生物已经全部死亡,说明此时该生态系统的稳定性已被破坏。这时应把从开始观察到停止观察所经历的天数记录下来。

5. 对实验结果进行统计,分析。实验结束后,教师应组织学生统计一下全班学生每人所制作的小生态瓶中生态系统稳定性时间的长短,并引导学生分析出现差异的原因。

6. 举办小型展览。有条件的学校,可以在实验过程中组织一次小生态瓶的小型展览。

---

7. 实验时间的安排。实验课上先由教师集中讲解设计的要求、方法、观察的要求等内容。然后, 由学生分头设计并制作小生态瓶。有条件的学校, 可以把小生态瓶集中放在学校的实验室中进行观察。也可以由学生带回家中进行观察。

### 三、参考资料

人工模拟微型池塘生态系统的制作和观察

时间 1996 年 5 月 29 日至 1997 年 4 月 3 日。

地点 天津市南开中学。

材料用具水草（茨藻）, 椎实螺, 凡士林, 河水, 沙子（洗净）, 标本瓶（或其他玻璃瓶）。

### 方法步骤

1. 瓶子的处理。取一个标本瓶并将其洗净, 然后用开水烫一下瓶子和瓶盖。
2. 放沙注水。往标本瓶中放入 1 cm 厚的沙子, 再注入河水（占瓶子容积的  $\frac{4}{5}$ ）。
3. 投放生物。将 1 根新鲜茨藻和 1 个小型椎实螺放入标本瓶中。
4. 加盖封口。在瓶盖周围涂上凡士林, 盖紧瓶口, 再在瓶口周围涂抹上

---

一层凡士林。

5. 粘贴标签。在制作好的小生态瓶上贴上标签, 然后放在阳面窗台上 (不要再移动位置)。

6. 观察记录。每天观察 1 次, 并做好记录。

实验结果 该生态系统保持其相对稳定性的时间为 309 d。

实验结果分析 制作小生态瓶时, 由于使用的是河水, 因此, 在这个密闭的生态系统中, 除了放入的茨藻、椎实螺以外, 水中还有单胞藻、原生动物和其他微生物。而且河水中还溶解有各种矿质元素, 所以, 它是一个完整的生态系统, 但也是一个营养结构极为简单的生态系统。

在该生态系统中, 茨藻和水中的藻类在光照下能够进行光合作用, 并且放出氧气, 除了供它们自身利用外, 还可供椎实螺等其他生物进行呼吸。椎实螺可以用腹足爬行于瓶壁, 并以齿舌刮取茨藻为食, 其排出物被微生物分解, 并为茨藻提供养料。茨藻、椎实螺、微生物和浮游生物呼吸时放出的二氧化碳, 可供茨藻进行光合作用。由此可见, 在这个密闭的微型生态系统中, 既有生产者、消费者和分解者, 又有非生物的物质和能量既有物质循环, 又有能量流动。因此, 该生态系统能够保持较长时间的相对稳定。

---

结论 人工制作的小生态瓶,其生态系统可以保持较长时间的相对稳定。

说明 判别茨藻和椎实螺存活与否的标准如下。

茨藻呈绿色,为生活状态。当茨藻变黄、变黑,柔软下沉时,即为死亡。

椎实螺外壳灰绿色,能运动,为生活状态。当椎实螺外壳变白,而且浮起时,即为死亡。

## 【实验十二】 观察二氧化硫对植物的影响

### 一、教学目的

1. 通过实验理解二氧化硫对植物的影响。
2. 学会观察二氧化硫对植物影响的实验方法。

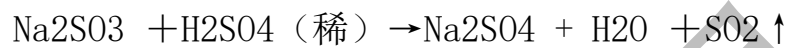
---

## 二、参考资料

### 本实验的注意事项

#### 1. 实验原理

实验所需的二氧化硫，来自亚硫酸钠与稀硫酸反应的生成物，其反应式为



质量分数小于 93% 的硫酸，只需 2~3 mL 就足能与亚硫酸钠发生反应，生成二氧化硫。

二氧化硫是一种有毒气体，当它在大气中超过一定浓度以后，植物就会受害。二氧化硫的浓度越高，植物受害越严重。

#### 2. 实验材料的选择

尽量选择对二氧化硫反应敏感的阔叶植物，便于观察植物的受害症状（主要是叶片）。

#### 3. 实验材料的准备

提前 3~4 周准备实验材料，应多准备些幼苗，以便挑选长势相同（如高度、叶片数量）的幼苗做实验。

#### 4. 培养幼苗的容器

---

可用花盆或其他容器（如易拉罐），大小尽量一致，便于实验前的容积计算。

#### 5. 实验用的植物幼苗需要阳光照射

实验前，实验用的植物应浇足水分，并在光下放置 0.5 h，待其气孔全部张开。实验过程中，仍需放在阳光下或向阳处，以利二氧化硫能迅速进入植物气孔。

#### 6. 连续观察

由于实验装置中的二氧化硫浓度较高，山区实验材料多为对二氧化硫反应敏感的植物，因此，植物受害部位（先是叶片）的症状很快就能观察到。所以，实验开始后 1 h 之内不要离开实验装置，应连续观察植物出现的症状，并及时、如实地作好实验现象的记录。

#### 7. 观察重点

对实验现象的观察，教师应指导学生把注意力集中在叶片颜色的变化，伤斑的部位、形状及颜色；同一片叶子受害的顺序；新叶、成熟叶和老叶受害的时间顺序及受害程度。最后还应观察植株死亡的时间。

#### 8. 做好分析和总结

实验结束之后，应及时整理实验记录，并对实验现象进行分析，得出相应的结论。如实验现象出现异常，应分析产生异常现象的可能原因。

---

如不向组学生采用不同的植物作实验，教师还应引导学生进行横向比较，找出二氧化硫对不同植物危害的特点。

### 氧化流对植物的危害

1. 植物受害症状 叶片褪绿，变成黄白色。叶脉间出现黄白色点状“烟斑”，轻者只在叶背气孔附近，重者从叶背到叶面均出现“烟斑”。随着时间推移，“烟斑”由点扩展成面。危害严重时，叶片萎蔫，叶脉褪色变白，植株萎蔫、死亡。

2. 植株受害的顺序 先期是叶片受害，然后是叶柄受害，后期为整个植株受害。

3. 叶片受害与叶龄的关系 在一定浓度的二氧化硫范围内，叶片的受害与叶龄有关。其受害的先后顺序是成熟叶、老叶、幼叶。这是因为幼叶的抗性最强，成熟叶最敏感，老叶介于二者之间。

4. 二氧化硫危害植物的机理 二氧化硫从气孔进入，逐渐扩散到海绵组织和栅栏组织细胞。二氧化硫对植物的伤害，起始于细胞膜，改变膜的通透性，使之受害，其中最初受害的部位是光合作用最活跃的栅栏组织细胞的细胞膜，然后是海绵组织的细胞膜受到伤害，随之叶绿体和叶绿素相继破坏。与此同时，细胞质分离，组织脱水、枯萎、死亡，最后导致叶表面受害，形成许多褪色斑点。

---

5. 二氧化硫对植物的危害程度与二氧化硫的浓度和接触时间有关 当二氧化硫浓度超过植物的忍受程度时,植物的危害程度与二氧化硫浓度成正比关系;当二氧化硫浓度不变时,植物危害程度与植物接触二氧化硫的时间成正比关系。光照强、气温高,植物对二氧化硫越敏感,越容易受害。

6. 二氧化硫对植物的危害程度与植物的种类有关 对二氧化硫反应敏感的植物,其受害程度大于对二氧化硫有抗性的植物。对二氧化硫反应敏感的植物,如棉、大豆、向日葵、南瓜、大麦、小麦、梨、落叶松等;对二氧化硫有抗性的植物,如黄瓜。马铃薯、玉米、洋葱、柑橘等。

放入植物幼苗后玻璃罩容积的测试方法

1. 水溢法 利用此法测试罩内容积(L),一定要设法排除花盆内土壤的吸水及花盆本身的吸水因素。可将花盆先浸没于水中,盆口与水面平齐,待其吸足水后再用水溢法测试。若幼苗较小,其所占体积可与花盆的水口体积抵消。若所用的玻璃罩大小相同,花盆大小相同、盆栽幼苗大小相似,则只需测试1次即可。另外,用于测试的盆栽植物,注意应与用作实验的盆栽植物大小相同,且测试后不再作实验材料用。



---

2. 其他方法 如果幼苗栽种在已知容积的容器（如易拉罐）内，则易拉罐的容积可从其标号中读出（ $L_2$ ）。先用水溢法测出空玻璃罩的容积（ $L_1$ ），那么  $L_1 - L_2$  可大体视为放入植物后的玻璃罩容积（ $L$ ），幼苗所占容积忽略不计。

1. 观察 DNA、RNA 在细胞中的分布
2. 检测生物组织中还原糖、脂肪和蛋白质
3. 用显微镜观察多种多样的细胞
4. 观察线粒体和叶绿体
5. 通过模拟实验探究膜的透性
6. 观察植物细胞的质壁分离及复原
7. 探究影响酶活性的因素
8. 叶绿体色素的提取和分离
9. 探究酵母菌的呼吸方式
10. 观察细胞的有丝分裂
11. 模拟探究细胞表面积与体积的关系
12. 观察细胞的减数分裂
13. 低温诱导染色体加倍

- 
14. 调查常见人类遗传病
  15. 探究植物生长调节剂和扦插枝条生根的作用
  16. 模拟尿糖的检测
  17. 探究培养液中酵母菌数量的动态变化
  18. 土壤中动物类群丰富度的研究
  19. 探究水族箱（或鱼缸）种群落的演替

## 高中生物实验总结

### 一、实验设计的基本内容

- 1、实验名称：是关于一个什么内容的实验。
- 2、实验目的：要探究或者验证的某一事实。
- 3、实验原理：进行实验依据的科学道理。
- 4、实验对象：进行实验的主要对象。
- 5、实验条件：完成该实验必备的仪器、设备、药品条件。
- 6、实验方法与步骤：实验采用的方法及必需的操作程序。
- 7、实验测量与记录：对实验过程及结果应有科学的测量手段与准确的记录。
- 8、实验结果预测及分析：能够预测可能出现的实验结果并分析导致的原因。

---

9、实验结论：对实验结果进行准确的描述并给出一个科学的结论。

## 二、实验设计的基本原则

### 1、科学性原则

所谓科学性，是指实验目的要明确，实验原理要正确，实验材料和实验手段的选择要恰当，整个设计思路和实验方法的确定都不能偏离生物学基本知识和基本原理以及其他学科领域的基本原则。如：淀粉酶水解淀粉的顺序问题。

### 2、单一变量原则

(1) 变量：或称因子，是指实验过程中所被操作的特定因素或条件。

按性质不同，通常可分为两类：

#### ①实验变量与反应变量

实验变量，也称为自变量，指实验中由实验者所操纵的因素或条件。反应变量，亦称因变量，指实验中由于实验变量而引起的变化和结果。通常，实验变量是原因，反应变量是结果，二者具有因果关系。实验的目的在于获得和解释这种前因后果。例如，在“温度对酶活性的影响”的实验中，所给定的低温（冰块）、适温（37℃）、高温（沸水浴）就是实验变量。而由于低温、适温、高温条件变化，唾液淀粉酶水解淀粉的反应结果也随之变化，这就是反应变量，该实验即在于获得和解释温度变化（实验变量）与酶的活性（反应变量）的因果关系。

#### ②无关变量与额外变量

无关变量，也称控制变量，指实验中除实验变量以外的影响实验现象或结果的因素或条件。额外变量，也称干扰变量，指实验中由于无

---

关变量所引起的变化和结果。显然，额外变量会对反应变量有干扰作用，例如，上述实验中除实验变量（低温、适温、高温）以外，试管洁净程度、唾液新鲜程度、可溶性淀粉浓度和纯度、试剂溶液的剂量、浓度和纯度，实验操作程度，温度处理的时间长短等等，都属于无关变量，要求对低温、适温、高温 3 组实验是等同、均衡、稳定的；如果无关变量中的任何一个或几个因素或条件，对 3 个实验组的给定不等同、不均衡、不稳定，则会在实验结果中产生额外变量，出现干扰，造成误差。实验的关键之一在于控制无关变量或减少额外变量，以减少误差。

## （2）单一变量原则

在实验设计中仅仅改变实验中的某一项变量，其它因子不变，在此条件下，观察、研究该变量对实验材料和实验结果的影响。除了整个实验过程中欲处理的实验因素外，其他实验条件要做到前后一致。当然还有多变量综合研究的原则，这在高中生物实验设计中涉及的较少。

## 3、对照性原则

对照是实验控制的手段之一，目的还是在于消除无关变量对实验结果的影响。实验对照原则是设计和实施实验的准则之一。通过设置实验对照对比，即可排除无关变量的影响，又可增加实验结果的可信度和说服力。

通常，一个实验总分为实验组和对照组。实验组，是接受实验变量处理的对象组；对照组，也称控制组，对实验假设而言，是不接受实验变量处理的对象组，至于哪个作为实验组，哪个作为对照组，一般

---

是随机决定的，这样，从理论上说，由于实验组与对照组的无关变量的影响是相等的，被平衡了的，故实验组与对照组两者之差异，则可认定为是来自实验变量的效果，这样的实验结果是可信的。按对照的内容和形式上的不同，通常有以下对照类型：

①空白对照：指不做任何实验处理的对象组。例如，在“生物组织中可溶性还原糖的鉴定”的实验中，向甲试管溶液加入试剂，而乙试管溶液不加试剂，一起进行沸水浴，比较它们的变化。这样，甲为实验组，乙为对照组，且乙为典型的空白对照。空白对照能明白地对比和衬托出实验组的变化和结果，增强了说服力。

②自身对照：指实验与对照在同一对象上进行，即不另设对照组。单组法和轮组法，一般都包含有自身对照。如“植物细胞质壁分离和复原”实验，就是典型的自身对照。自身对照，方法简便，关键是要看清楚实验处理前后现象变化的差异，实验处理前的对象状况为对照组，实验处理后的对象变化则为实验组。

③条件对照：指虽给对象施以某种实验处理，但这种处理是作为对照意义的，或者说这种处理不是实验假设所给定的实验变量意义的。例如。“动物激素饲喂小动物”的实习实验，采用等组实验法，其实验设计方案是：

甲组：饲喂甲状腺激素（实验组）；

乙组：饲喂甲状腺抑制剂（条件对照组）；

丙组：不饲喂药剂（空白对照组）；

虽然，乙组为条件对照。该实验即设置了条件对照，又设置了空白

---

对照，通过比较、对照、更能充分说明实验变量——甲状腺激素有促进动物的生长发育。

④相互对照：指不另设对照组，而是几个实验组相互对比对照，在等组实验法中，大都是运用相互对照，如“植物的向性”的等组实验中，5个实验组采用的都是相互对照，较好的平衡和抵消了无关变量的影响，使实验结果更具有说服力。

#### 4、可重复性原则

指的是控制某种因素的变化幅度，在同样条件下重复实验，观察其对实验结果影响的程度。目的在于尽可能消除非处理因素所造成的实验误差，体现实验的科学性。

#### 5、简约性和可行性原则

是指实验材料容易获得，实验装置简化，实验药品便宜，实验操作简便，实验效果明显并能在较短时间内完成。从实验目的、实验原理到材料用品的选择、实验操作等，都要符合实验者的一般认知水平，满足现有的条件，具有实验和完成实验的可能性。

### 三、实验设计基本思路

1、准确把握实验目的：看清题意是要求设计实验方案、步骤还是分析实验结果，是探究性实验还是验证性实验。

2、明确实验原理：要解决题目所给的问题，要用到生物学上什么原理。

3、确定实验思路：根据原理对实验作出假设，并充分利用实验材料设计实验思路。

---

4、精心设计实验步骤：根据以上实验目的、原理和思路，设计合理的实验装置和实验步骤操作步骤。并设置好实验组和对照组，遵循单一变量原则。并将观察到的现象如实记录下来。

#### 5、准确预期实验结果并分析

注意：在叙述实验步骤及预期结果时，语言文字要简明。实验步骤一般不宜连续描述，往往要分段叙说；试管、烧杯等要给予编号。

### 四、实验设计的题型

#### 1、设计实验方案型

给出实验用具、材料、药品、实验目的，或只给实验目的，实验器材自选，设计实验方案。

#### 2、改错题

分析已有实验设计方案中不科学性，并提出改进。

#### 3、补充完善型：对已有的实验设计进行补充和完善。

#### 4、析因型：对已有的实验设计方案的某些步骤、结果等进行分析。

### (二)、生物高考实验试题考查内容

#### 1、考查实验原理和方法的试题

实验修订本生物教材列出了基本实验的实验原理，如生物组织中蛋

---

白质的鉴定原理是蛋白质与双缩脲试剂发生作用，可以产生紫色反应。根据与某些化学试剂所产生的颜色反应，可鉴定生物组织蛋白质的存在。这些是书本上已有的知识，要弄清实验原理，在理解的基础上加以应用。但有些实验必须从主要的实验材料和用具中获取信息来解题。

## 2、考查发现问题能力的试题

问题是启动思维活动的“阀门”，没有问题或问题情境，不可能激发创造性的思维活动。要用问题激发探索欲望，发现问题、提出假设，要求善于发现自然现象中的问题，并通过分析，准确把握问题的性质和研究的意义，经过思考提出假设。

## 3、考查观察实验、提出假设能力的试题

高考中常有将许多科学家成功的探索自然的实验发现改编成的试题，如通过观察植物向光性的现象，发现植物弯曲生长的问题，经过思考提出生长的原因是植物产生生长素的假设，从而可通过实验证明该假设的正确。又如，弗来明对青霉素的早期研究过程，重点突出在科学研究过程中。发现问题之后能否提出合适的假设是至关重要的，合适的假设往往是最终结论的前提。

## 4、考查设计实验和完成实验能力的试题



---

设计实验的能力即为验证提出的假设而设计相应的实验。包括实验方法的选定、原理的设计、实验材料和设备的选择、实验装置的安排、可变因素和可控因素的预测以及实验结果的预测等。完成实验能力是指在准确把握设计思想的基础上，正确使用仪器设备，合理安排时间和步骤，选择合适的观察方法和记录时间的方法，消除干扰因素，减少实验误差，使实验结果客观准确。

#### 5、全面考查实验基本知识的试题

此类实验试题同时考查了生物学基本原理、概念、实验目的、材料、操作、方法步骤等多方面知识，或者对实验现象的观察分析、实验设计和结果预测等多方面综合运用。生物实验的考查形式已不再是重复课本的实验步骤，近几年高考几乎找不到课本实验的简单重复。它们与生产、生活实际相联系，但又属于实验基本知识。能全面考查学生掌握实验基本知识的情况。

### 三、难点知识剖析

#### （一）、生物高考实验设计基本题型

##### 1、续写实验步骤的题型

---

这类题目的题干中已经提供了比较多的信息，基本上划定了答题的模式，目的明确，前面的方法步骤等信息已为续答作了铺垫，只要明确题目中的实验变量和反应变量，然后设计对照组，再根据有关原理分析，一般就能比较正确地写出答案。

## 2、评价和纠正给定的实验步骤的题型

试题中既有合理成分，又有不合理成分，干扰因素较多，要求在吸取原有设计的合理成分的基础上，提出自己的实验设计思路。这表面上是考查对实验设计的分析与评价能力，实质上是全面检测设计生物学实验方案的能力，同时还考查考生的科学态度和科学精神方面的水准。

## 3、独立设计实验方案的题型

这类题型是与研究性学习相配套的，要求学生要具有严谨的科学态度，对实验过程有所体验，考查的过程性要求主要体现在课题的选择及理由阐述、研究方法的理解和运用、研究成果的类型选择等。题目有一定的开放性，便于考生发挥个性特长。

## (二)、生物实验设计题应对策略

---

1、生物高考实验设计的三种题型虽然在形式上有一定的差异，但在答题中却有共同点，先要认真研究课题，找出其中的实验变量和反应变量，其次是构思实验变量的控制方法和实验结果的捕获手段，最后再选择适宜的实验材料，在注意实验步骤关联性的前提下表达实验的方法步骤。在实验方法和步骤设计中最重要的是把握好变量控制。

2、重视课本实验的复习。考试说明明确提出了，要求“理解所学实验的实验内容，包括实验原理、方法和操作步骤，掌握相关的操作技术”。这一要求，在 2003 年高考中也得到了体现，如第 33 题，考查的就是对课本实验的理解。

3、挖掘课本知识点中所蕴含的实验因素。生物学的每一个知识结论都是在观察、实验的基础上得出的，都包含培养实验能力的基点，在平时的复习中要注意多挖掘知识结论中所蕴含的科学思想和方法。例：生长素的发现过程中，涉及生长素产生的部位、感光的部位、反应的部位、运输的方向等。这些都可以思考如何设计实验来证明。

4、要注意考试大纲中提出要“理解探索性实验的一般方法：能够制订课题研究的初步计划”的要求，高考实验命题中也出现了从验证向探究变化的趋势，因此，要认真思考和完成教材中有关研究性学习的内容，切实提高自身进行探究研究的能力。

---

@高途课堂