

普通高中教科书

生物学

实验与活动部分

必修 1 分子与细胞

学校

班级

姓名

学号

上海科学技术出版社

普通高中教科书

生物 学

实验与活动部分

必修 1 分子与细胞

上海科学技术出版社

主 编：赵云龙 周忠良
本册主编：周忠良
本册副主编：鲍晓云
编写人员：（以姓氏笔画为序）
李小方 杨雪峰 柯文汇 鲍晓云

责任编辑：何孝祥
封面设计：蒋雪静

普通高中教科书 生物学实验与活动部分 必修1 分子与细胞
上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会组织编写

出 版 上海世纪出版（集团）有限公司 上海科学技术出版社
(上海市闵行区号景路 159 弄 A 座 9F-10F 邮政编码 201101)
发 行 上海新华书店
印 刷 上海中华印刷有限公司
版 次 2021 年 8 月第 1 版
印 次 2022 年 8 月第 2 次
开 本 890 毫米 × 1240 毫米 1/16
印 张 3.5
字 数 78 千字
书 号 ISBN 978-7-5478-4997-2/G · 992
定 价 3.80 元
价格依据文号 沪价费〔2017〕15 号

版权所有 · 未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分 · 违者必究
如发现印装质量问题或对内容有意见建议，请与本社联系。电话：021-64848025
全国物价举报电话：12315

致同学们

人们对生命的认识是在不断地实践和探索中建立起来的,通过大量的实验探索,逐步揭开大自然中生命的奥秘,揭示生命活动的规律,从而推动人类社会的发展和进步。在长期的探索过程中,逐渐形成了适合本学科的科学思维和探究方法。学习和掌握基本的生物学研究方法,是我们提升自身生物学素养的必要前提。

高中阶段是我们形成生命观念、发展科学思维、掌握科学探究基本思路和方法、学会承担一定社会责任的关键时期。通过生物学实验,不仅能增加我们对生命现象和规律的感性认识,还可以发展分析、归纳、概括、演绎、推理、建模等科学思维方法,体验提出问题、获取信息、作出假设、设计实验、实施实验、分析数据、得出结论、检验假设、发现规律的科学探究过程。在小组探究活动中,学会尊重、合作、交流和分享,形成积极的科学态度,为深入学习和走向社会打下良好基础。

本实验手册将带领大家从显微镜的观察入手,从认识生命的基本结构单位开始,学习如何观察实验现象、如何记录和处理数据、如何分析得出结论,并完成一份完整的实验报告。经历由浅入深的探究过程,使我们能逐步掌握科学探究的基本思路和方法;动手构建生物模型和模拟实验,可以发展我们的创造性思维和实践动手能力。最终,我们将学会提出科学探究问题,并通过设计和实施实验来解答问题。

本实验手册有完整的实验内容、实验步骤和要求,“小贴士”栏目对其中的重点或难点进行补充说明,“注意”栏目提示实验的安全性或操作的关键点。完成实验后通过“自我评价”,客观记录实验的完成情况和心得,将你的新收获、新问题、新思路与同学和老师分享;你还会从“教师评价”中得到老师给你的建议和鼓励。“学业评价”将有助于你加深理解,展开新的思考。

最后,请妥善保存这本实验手册,它记录着你在科学探究历程中所付出的努力。若干年后,也许你会感谢这份记录,感谢这些探究经历,因为它们在你实现梦想的道路上曾经发挥着重要作用。



第 1 章 走进生物学	1
探究·实验 1-1 用高倍镜观察动植物细胞	1
第 2 章 细胞的分子组成	6
探究·实验 2-1 检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质	6
第 3 章 细胞的结构	12
探究·实验 3-1 观察叶绿体和细胞质流动	12
探究·建模 3-2 制作真核细胞的结构模型	16
第 4 章 细胞的代谢	20
探究·实验 4-1 观察外界溶液对植物细胞质壁分离和复原的影响	20
探究·实验 4-2 探究温度对淀粉酶活性的影响	25
探究·实验 4-3 叶绿体色素的提取分离及叶绿素含量的测定	30
探究·设计 4-4 探究影响光合作用强度的环境条件	35
第 5 章 细胞的生命进程	39
探究·实验 5-1 观察植物根尖细胞有丝分裂	39

附录	44
1. 移液器的使用	44
2. 分光光度计的使用	44
3. 蛋白质浓度标准曲线的测定	45
4. 细胞大小的测量	45
5. 真空渗水法	46
6. 传感器测定法	47

第1章 走进生物学

探究·实验 1-1 用高倍镜观察动植物细胞

显微镜是生物学研究的基础工具,可用于观察肉眼不可见的微小结构。细胞是生物体结构的基本单位,让我们通过高倍镜来观察各种细胞的形态结构。

实验目标

1. 学会使用高倍镜。
2. 用高倍镜观察不同生物组织的细胞,比较它们形态结构的异同。
3. 通过信息检索和归纳分析,初步体会细胞形态结构与功能之间的关系。

实验原理

光学显微镜是根据凸透镜的成像原理,通过物镜和目镜的两次成像,使物像呈倒立、放大的虚像。视野观察到物像的放大倍数是物镜和目镜放大倍数的乘积。动植物细胞和组织经特殊处理及染色后,在透射光下可显示出颜色差异,经高倍镜放大后可识别细胞的形态及部分结构。

材料器具

蚕豆叶下表皮永久装片,人血涂片永久装片,显微镜,擦镜纸等。

小贴士

永久装片是经过染色处理并用树胶密封后的生物组织装片,可保存较长时间。

实验步骤

1. 高倍镜的使用

(1) 熟悉显微镜各部分的功能

观察显微镜各部分结构,参照图 1-1 中的标注,熟悉显微镜各部分名称及功能。注意观察:①电源开关和光圈(或光亮度调节旋钮)所在位置;②目镜和物镜上标注的放大倍数;③粗准焦螺旋和细准焦螺旋的旋转方向与载物台升降的关系;④片夹旋钮旋转方向与玻片移动方向、视野中物像移动方向的关系。

(2) 高倍镜使用的操作步骤

① 取一张蚕豆叶下表皮永久装片放在载物台上,用片夹夹稳;打开显微镜电源开关,转动转换器,将低倍镜对准通光孔。

② 在低倍镜下观察装片,先调节粗准焦螺旋,再调节细准焦螺旋,使物像达到最清晰。

③ 旋转片夹旋钮移动装片,选取不同的视野进行观察,并将需要放大观察的细胞移至视野正中央。

④ 转动转换器,切换到高倍镜(图 1-2)。转动转换器时,两眼须从显微镜侧面注视,避免镜头与装片相碰。

⑤ 注视目镜观察视野,并微微转动细准焦螺旋,直至物像清晰。如视野光线较暗,可调节光圈(或光亮度调节旋钮),使视野明亮。

2. 蚕豆叶下表皮细胞的形态结构观察

低倍镜下观察蚕豆叶下表皮永久装片,可观察到形态不规则的蚕豆叶下表皮细胞和肾形的保卫细胞(成对排列),成对保卫细胞围成的是气孔。选择一组保卫细胞,移到视野中央,转换高倍镜进一步观察表皮细胞和保卫细胞的形态结构(图 1-3),关注这两种细胞与周边细胞的连接形式。绘制细胞简图,并在表 1-1 中记录观察结果。



图 1-1 光学显微镜构造示意图



图 1-2 转动转换器操作演示图

注意

高倍镜观察时,只能使用细准焦螺旋调节焦距。

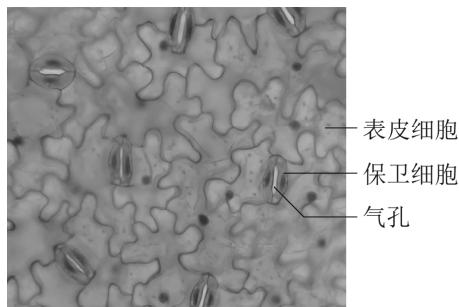


图 1-3 高倍镜下的蚕豆叶下表皮(40 \times)

3. 人血细胞的形态结构观察

重复上述显微镜的操作过程, 观察人血涂片永久装片。高倍镜下可观察到圆饼状的红细胞以及细胞核被染上颜色的颗粒状白细胞(图 1-4)。绘制细胞简图, 并在表 1-1 中记录观察结果。

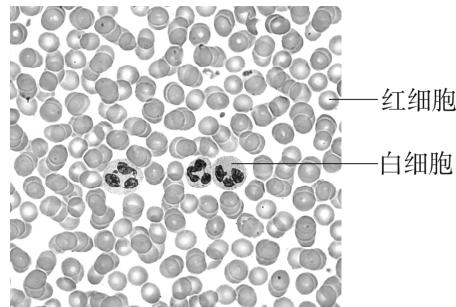


图 1-4 高倍镜下的人血涂片($40\times$)

实验结果

通过实验观察并查阅资料, 比较蚕豆叶下表皮细胞和人血细胞的形态结构及功能(表 1-1):

表 1-1 细胞形态结构与功能记录表

细胞名称	细胞形态 (绘制简图)	是否有 细胞核	与周围细胞 连接是否紧密	主要功能 (查阅资料后填写)

分析与讨论

归纳所观察到的细胞在形态结构上的异同点,尝试举例说明细胞形态结构与其功能之间的关系。

学业评价

1. 在低倍镜下观察蚕豆叶下表皮装片的一个视野如图 1-5 所示,若要在高倍镜下仔细观察图中方框处的保卫细胞,请选择正确的操作步骤要点,并进行排序:_____。

- ① 转动片夹旋钮,将装片向↗方向移动,使待观察的细胞移至视野中央
- ② 转动片夹旋钮,将装片向↙方向移动,使待观察的细胞移至视野中央
- ③ 转动粗准焦螺旋和细准焦螺旋,使低倍镜下物像清晰
- ④ 转动细准焦螺旋使高倍镜下物像清晰
- ⑤ 转动粗准焦螺旋使高倍镜下物像清晰
- ⑥ 转动转换器,使高倍镜对准通光孔

2. 结合你在显微镜下观察到的视野,比较低倍镜和高倍镜下视野的差别,填写下表。

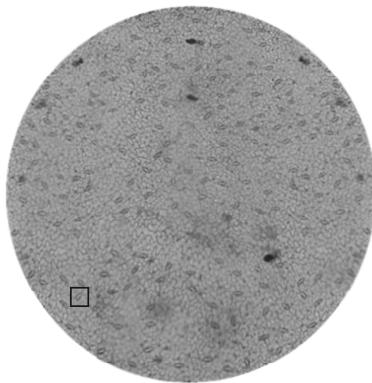


图 1-5 低倍镜下的一个视野

视野	物镜放大倍数	视野范围	视野亮度	细胞大小
低倍镜下				
高倍镜下				

3. 通过对四种细胞形态结构的观察,对其结构与功能描述正确的是()。(多选)
- A. 蚕豆叶下表皮细胞形状不规则,细胞之间紧密排列,能更好地保护叶肉组织细胞
 - B. 红细胞无细胞核,含有丰富的血红蛋白,能运输氧气
 - C. 白细胞体积较大,有细胞核,参与免疫防御
 - D. 保卫细胞有叶绿体,有细胞核,能调控气孔的开闭

自我评价

评价内容		达成情况 (A. 非常满意 B. 满意 C. 还需努力)
实验操作	低倍镜下能快速找到观察对象	
	能正确、熟练转换高倍镜	
	高倍镜下能通过调节细准焦螺旋使物像清晰	
实验结果	能绘图表示 4 种不同细胞	
	正确描述不同细胞的形态结构	
实验心得	(本实验中,你认为实验成功的关键点是什么? 你有哪些收获? 还有哪些困惑?)	
教师点评		

第2章 细胞的分子组成

探究·实验 2-1 检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质

构成生物体的生物分子种类繁多,不同生物组织中生物分子的种类、含量是否一样?如何通过实验检测还原糖、脂肪、蛋白质等生物分子?

实验目标

- 学会检测生物组织中还原糖、脂肪和蛋白质的方法。
- 初步学会使用分光光度法进行定量测定。

实验原理

还原糖(如葡萄糖、麦芽糖等)中的醛基(图2-1)与班氏试剂中的 Cu^{2+} 反应,加热后会出现黄红色沉淀;蛋白质遇双缩脲试剂后会呈紫色;脂肪遇苏丹IV染液后会呈红色。

利用分光光度计可对颜色变化进行定量分析。许多反应会有颜色变化,生成的产物在特定波长下具有一定吸光度。通常,某种物质浓度越大,其吸光度越大。在测定待测物质浓度前,通常需要先测定标准浓度物质的吸光度,找出物质浓度与吸光度的对应关系(即标准曲线),然后测定待测物质吸光度,根据标准曲线计算其浓度。

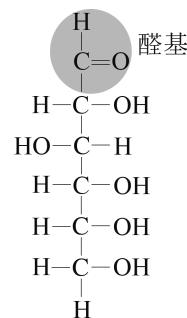


图2-1 葡萄糖分子中的醛基示意图

材料器具

1%葡萄糖溶液,植物油,10 mg/mL 牛血清白蛋白溶液,待测食物样品液(如梨汁、黄豆粉浸出液、鸡蛋蛋清、白萝卜汁等),班氏试剂(用柠檬酸钠、 Na_2CO_3 、 CuSO_4 等配制),苏丹IV

染液,双缩脲试剂(主要成分为酒石酸钾钠、NaOH、CuSO₄等),蒸馏水,试管,试管架,滴管,试管夹,酒精灯,移液器(使用方法见附录1),分光光度计(使用方法见附录2),比色皿等。

实验步骤

1. 已知成分的鉴定

(1) 还原糖的鉴定:取两支试管,分别编号为A1、B1。在试管A1中加入2 mL 1%葡萄糖溶液,B1中加入等量蒸馏水。向两支试管中各加入1 mL班氏试剂,摇匀后分别在酒精灯上加热至沸腾,观察并在表2-2中记录试管中最终呈现的颜色。

(2) 脂肪的鉴定:取两支试管,分别编号为A2、B2。在试管A2中加入2 mL植物油,B2中加入等量蒸馏水。向两支试管中逐滴加入苏丹IV染液(约5~6滴),振荡至颜色不再变化为止,观察并在表2-2中记录试管中液体最终呈现的颜色。

(3) 蛋白质的鉴定:取两支试管,分别编号A3、B3。在试管A3中加入2 mL 10 mg/mL牛血清白蛋白溶液,B3中加入等量蒸馏水。向两支试管中分别加入2 mL双缩脲试剂,摇匀,观察并在表2-2中记录试管中液体最终呈现的颜色。

2. 食物样品中的营养成分鉴定

每个小组选取一种待测食物样品液进行营养成分鉴定。取三支试管,分别编号为C1、C2、C3,分别加入所选取的食物样品液2 mL,参照表2-1的方法分别检测还原糖、脂肪和蛋白质,并在表2-3中记录检测结果。

表2-1 食物中营养成分鉴定步骤

各试管中加入样品、试剂及操作要点	试管编号		
	C1	C2	C3
待测样品(mL)	2	2	2
班氏试剂(mL)	1	—	—
苏丹IV染液(滴)	—	5~6	—
双缩脲试剂(mL)	—	—	2
操作要点	摇匀、加热	逐滴加入试剂,摇匀	摇匀

3. 食物中蛋白质含量测定

(1) 标准曲线制作:测定标准浓度蛋白质溶液与双缩脲试剂反应后的吸光度(选做,具

体方法见附录 3),结果填入表 2-4。以蛋白质浓度为横坐标、吸光度为纵坐标,绘制标准曲线。

(2) 食物样品液中蛋白质含量的测定:将待测食物样品液稀释至合适浓度(蛋白质含量约为 1~10 mg/mL),记录稀释倍数(N)。取 1 mL 稀释液至试管,加入 4 mL 双缩脲试剂(与标准曲线测定一致),摇匀,静置 20 min,在分光光度计中测定其在 540 nm 波长下的吸光度(1 mL 蒸馏水中加 4 mL 双缩脲试剂作为空白对照,取适量进行调零)。重复测 3 次取平均值,记录结果,并根据标准曲线得出稀释液中的蛋白质浓度(D)。则被测食物样品液中蛋白质含量 (mg/mL) = $D \times N$ 。

小贴士💡

样品液通常需要稀释,使蛋白质浓度在标准曲线范围内,且吸光度在分光光度计量程以内。

实验结果

1. 已知成分鉴定实验各组选用的样品以及观察到的结果(表 2-2):

表 2-2 已知成分鉴定结果

鉴定成分		1. 还原糖	2. 脂肪	3. 蛋白质
选用样品				
最终呈现颜色	A 组 (已知成分)	A1	A2	A3
	B 组 (蒸馏水)	B1	B2	B3

小贴士💡

A 组为已知成分组,B 组为对照组。通过比较 A、B 组的颜色变化,可得出还原糖、脂肪和蛋白质的颜色反应规律。

2. 食物样品中的营养成分鉴定(表 2-3):

表 2-3 食物样品中的营养成分鉴定结果记录表

小组样品				
试管编号		C1	C2	C3
观察结果	最终颜色			
	与 A 组结果相比颜色深浅 (用“+”数量表示)			

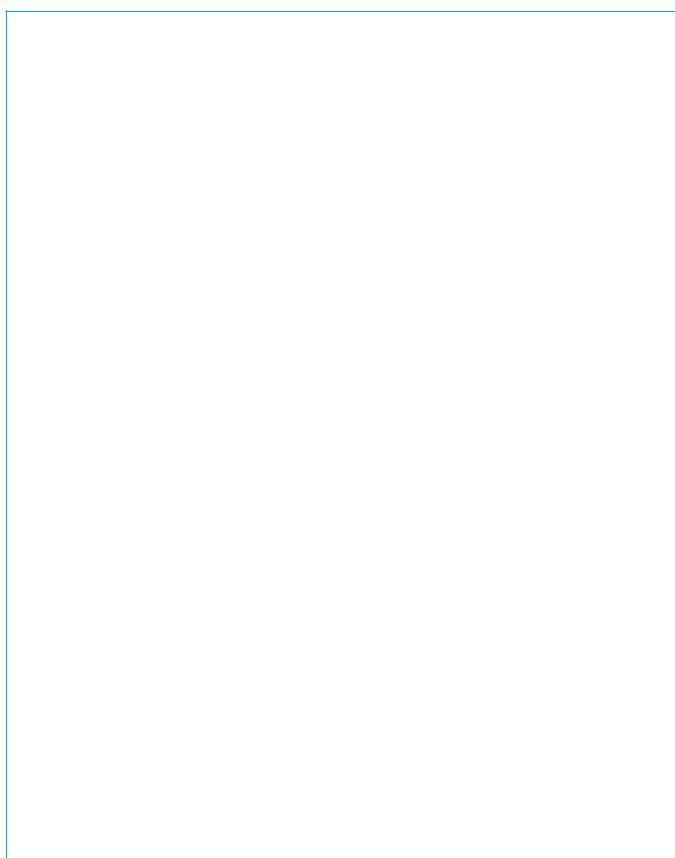
3. 食物样品液中蛋白质含量测定

(1) 标准浓度蛋白质溶液与双缩脲试剂反应后的吸光度(表 2-4):

表 2-4 标准浓度蛋白质溶液吸光度测定结果

蛋白质浓度 (mg/mL)	2	4	6	8	10
吸光度平均值					

(2) 蛋白质浓度与吸光度关系的标准曲线:



小贴士

根据标准曲线得出样品浓度的方法有:

① 用铅笔绘图,在横、纵坐标上等距离标记刻度及刻度代表的数值,在坐标图中标出标准溶液浓度及其对应吸光度的数据点,并用平滑的曲线依次连接各点,得到标准曲线。将样品测定的吸光度值代入标准曲线,得出其对应的浓度。

② 在电子表格中,由标准浓度和吸光度数据生成标准曲线,并由软件计算出浓度与吸光度之间的关系式,将样品测定的吸光度值代入关系式,可计算出其浓度。

(3) 本小组选取的食物样品是_____。食物样品稀释液的稀释倍数(N)为_____，与双缩脲试剂反应后测定的吸光度平均值为_____。根据标准曲线得出样品稀释液中的蛋白质浓度(D)为_____ mg/mL，则样品液中蛋白质含量=_____ $(D) \times _____ (N) = _____$ mg/mL。

分析与讨论

- 根据实验结果表 2-3 分析,你所检测的食物中含有的主要营养物质是什么?你的判断依据是什么?与其他小组的结果比较,你能得出哪些结论?
- 标准曲线中,蛋白质浓度与吸光度之间有怎样的关系?

学业评价

- 对生物分子的鉴定通常要使用特定的鉴定试剂,并通过适当的操作方法,观察是否能得到相应的显色结果。请为各生物分子的鉴定填写表中合适的项目代码。

试剂名称(N)	操作方法(M)	显色结果(R)
N1. 苏丹IV染液(猩红色)	M1. 摆匀	R1. 红色
N2. 班氏试剂(蓝色)		R2. 黄红色沉淀
N3. 碘液(棕黄色)	M2. 摆匀后加热	R3. 紫色
N4. 双缩脲试剂(蓝色)		R4. 蓝色

- ① 淀粉: N3、M1、R4; ② 还原糖: _____;
③ 脂肪: _____; ④ 蛋白质: _____。
- 用分光光度计在特定波长下测溶液吸光度时,在一定范围内,随着物质浓度的增大,测得的吸光度()。
A. 不变 B. 越大 C. 越小 D. 不确定
- 双缩脲法测定蛋白质含量在临幊上也有重要应用。例如,正常人尿液中不含或含极微量

蛋白质,若蛋白质含量超过 $200 \mu\text{g}/\text{mL}$ 则为异常。现有某体检者尿液待测液,简述如何检测其蛋白质含量。

自我评价

评价内容		达成情况 (A. 非常满意 B. 满意 C. 还需努力)
实验操作	正确选用试剂进行已知营养成分鉴定	
	使用正确的方法鉴定食物样品中的营养成分	
	合理设置对照组	
	正确使用分光光度计测定溶液的吸光度	
实验结果	鉴定已知成分的显色结果明显	
	根据显色结果分析食物样品中的主要营养成分	
	正确绘制标准曲线	
	计算出食物样品中的蛋白质含量	
实验心得	(本实验中,你认为实验成功的关键点是什么? 你有哪些收获? 还有哪些困惑?)	
教师点评		

第3章 细胞的结构

探究·实验 3-1 观察叶绿体和细胞质流动

活细胞的细胞质基质中有许多微小结构,这些结构承担着不同的功能。它们在细胞质基质中是固定不动的,还是会按一定的规律移动?让我们通过观察植物细胞中叶绿体的形态、分布及流动来找到答案。

实验目标

1. 学会制作临时装片,熟练使用显微镜。
2. 在高倍镜下观察叶绿体的形态和分布。
3. 在高倍镜下观察细胞质的流动。

实验原理

叶绿体会随着细胞质的流动而运动,观察细胞质的流动可以用叶绿体的运动作为标志。细胞质的流动需要能量,一些化学试剂(如丙二酸钠)可抑制细胞呼吸作用,从而影响细胞质的流动。

材料器具

新鲜的黑藻,显微镜,载玻片,盖玻片,镊子,解剖针,滴管,培养皿,烧杯,蒸馏水(温水),0.2 mol/L 丙二酸钠溶液,白炽灯,吸水纸等。

小贴士

水生黑藻叶片由上、下两层细胞构成,细胞内含体积较大的叶绿体,便于在显微镜下观察,是合适的实验材料。

实验步骤

1. 将黑藻置于盛有水的烧杯中,放在较强的光照下培养15~20 min,或者放在25 ℃的温水中,备用。
2. 取一片干净的载玻片,在载玻片中央滴加一滴蒸馏水,用镊子摘取一片新鲜的黑藻叶片,放在载玻片上的水滴中,用镊子和解剖针将叶片展平,盖上盖玻片,制成临时装片(图3-1)。
3. 先用低倍镜找到叶片表皮细胞,再用高倍镜观察叶片细胞内叶绿体的形态(图3-2)。在显微镜下注视叶绿体,观察其分布、运动速度及方向。以叶绿体作为参照物,判断细胞质的流动速度及流动方向。绘制黑藻叶片细胞简图,并记录观察结果。
4. 在盖玻片一侧滴加0.2 mol/L丙二酸钠溶液或冰水,并在另一侧用吸水纸引流,观察并比较细胞质的流动速度。

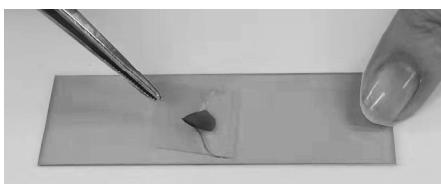


图3-1 黑藻叶片临时装片的制作

注意

盖盖玻片时,应用镊子轻轻夹取盖玻片,使其一端先接触水滴边缘,然后缓缓放下,避免产生气泡影响观察。

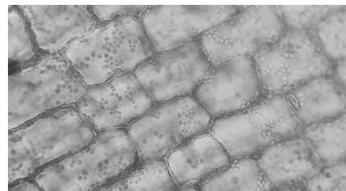
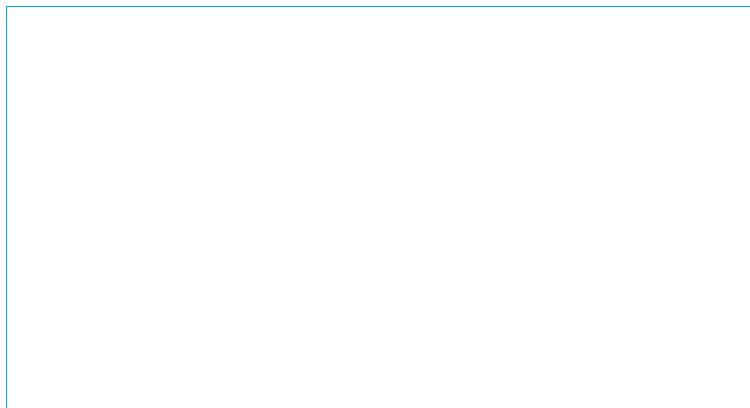


图3-2 高倍镜下的黑藻叶片细胞
(40×)

实验结果

1. 黑藻叶片细胞结构简图(标示叶绿体的运动方向):



2. 丙二酸钠溶液或冰水对细胞质流动的影响:

小贴士

- ①选取有代表性部位进行细致观察并绘图。
- ②用铅笔绘图,线条要一笔画出,忌重复描绘。
- ③一般用打点表示明暗和颜色的深浅。
- ④绘图完成后,在图的右侧用水平直线引出标注,下侧注明绘图名称、放大倍数等信息。

分析与讨论

1. 你观察到的黑藻叶片中,叶绿体有哪些运动方式?这些运动与细胞质基质有何关联?
2. 你认为细胞质流动是否需要能量?为什么?你觉得细胞质的流动对活细胞有什么意义?

学业评价

1. 制作临时装片操作过程中正确的是()。
 - 载玻片上先加材料后滴加水
 - 需要用镊子、解剖针将材料展平
 - 用镊子夹取盖玻片,从上到下平盖在材料上
 - 如果临时装片中发现气泡,可重新盖盖玻片
2. 以下对黑藻叶绿体的形态、分布描述正确的是()。
 - 叶绿体呈绿色、椭球形
 - 叶绿体在细胞质中始终是均匀分布
 - 用高倍镜可观察到叶绿体的双层膜结构
 - 黑藻叶片中每个细胞只含有1个叶绿体
3. 通过观察叶绿体和细胞质的流动实验,结合对细胞内结构之间分工和联系的认识,下列推断合理的有()。(多选)
 - 叶绿体随着细胞质的流动而流动
 - 除了叶绿体外,细胞质中的其他细胞器也可以随细胞质的流动而流动

- C. 细胞质的流动可以均匀分配细胞中的营养物质
- D. 动植物细胞的细胞质均可以流动

自我评价

评价内容		达成情况 (A. 非常满意 B. 满意 C. 还需努力)
实验操作	完成黑藻叶片临时装片的制作	
	熟练使用显微镜观察叶绿体的形态和分布	
实验结果	绘图记录叶绿体的形态、分布及运动方向	
	分析得出细胞质流动的特点及意义	
实验心得	(本实验中,你认为实验成功的关键点是什么? 你有哪些收获? 还有哪些困惑?)	
教师点评		

探究·建模 3-2 制作真核细胞的结构模型

细胞结构微小,需借助电子显微镜才能观察到其结构特征。模型可以直观地反映客观事物的结构特征,建模是对知识和概念进行内化和重建的重要过程。我们可以尝试通过建模的方法,制作真核细胞的三维结构模型,更好地认识细胞结构与功能的关系。

建模目标

1. 学会制作真核细胞结构模型。
2. 展示并交流对真核细胞结构和功能的认识。

建模要求

1. 体验建构模型的过程。先将微观的结构或过程简化,把握其主要特征,再将这些特征形象化、具体化。
2. 准确呈现真核细胞的结构,能体现相关结构的主要特征以及它们之间的联系,模拟的过程符合科学事实。

建模过程

1. 选择建模对象

小组成员查找并比较几种生物细胞的结构和功能,如小肠上皮细胞、肝细胞、植物叶肉细胞等。选择想要建模的细胞,归纳其特征。

2. 制定方案

小组讨论模型要表达的基本内容和特色内容(如某个典型的生理过程等),选择实物模型或电脑模型的展示方式,确定制作方案。

小贴士

通过查阅资料,掌握建模细胞的形态特征及细胞内结构的种类、特征、大小比例、内含物、所在区域、功能等信息。这些信息是否充足、准确,将直接影响模型构建的科学性。

3. 建构模型

小组成员按方案分工制作各部分结构,组合在一起完成细胞结构的三维模型。

建模方案

模拟_____的建模方案

(1) 目的:

模型表达的基本内容: _____;

特色内容: _____

(2) 方式:

(3) 选择材料:

橡皮泥 黏土 琼脂凝胶 圆形盘子 方形纸盒 烧杯

水浴锅 电脑 3D 打印机及材料 其他材料: _____

(4) 操作步骤:

(5) 预期结果(可绘制简图):

参考步骤

1. 根据小组选择的细胞类型,选取圆形盘子或方形纸盒模拟动物细胞或植物细胞。

2. 取琼脂粉,加水配置 3% 琼脂溶液,加热至沸腾。待冷却至 70 ℃左右,倒入圆形盘子或方形纸盒中,冷却至完全凝固,模拟细胞质基质。

3. 小组分工,取不同颜色的橡皮泥或黏土,捏成各种形态的细胞结构。注意细胞与细胞结构之间、不同细胞结构之间的大小比例关系。

▲ 注意

加热过程中要注意安全,防止液体暴沸。切勿直接接触盛有高温液体的烧杯!

- 在琼脂凝胶中挖出大小合适的孔,将橡皮泥或黏土捏成的各种细胞结构模型嵌入琼脂中,注意各细胞结构的相对空间位置关系、细胞结构之间的连接方式等,合理布局。
- 对照设计方案,检查、修补并完善模型(图 3-3)。



图 3-3 参考模型

小贴士

① 建模过程中,科学性是第一位的,其次再考虑美观性。

② 也可利用废旧材料(如塑料、木条、纸板、布、铁丝、泡沫等),并利用形态结构相似度较高的物品(如青橄榄、葡萄等),构建真核细胞模型;还可以结合 3D 打印技术,构建相应的细胞结构模型。

展示与评价

分组展示模型,可按表 3-1 从科学性、创造性、美观性等方面进行相互交流和评价。

表 3-1 模型评价表

小组 编号	科学性(60%)			创造性(20%)	美观性(10%)	环保性(10%)	总分
	各结构形态准确,种类齐全	各结构大小比例合适	各结构空间位置准确	材料运用或功能展示等有创意	作品精美	材料环保	
1							
2							
3							
4							

分析与讨论

- 本小组是如何通过模型表达细胞结构特征和生理过程的?
- 通过本次建模活动,你是否对细胞器的结构与功能的关系有了更多的认识?试举一例说明。

学业评价

1. 以下对建模理解正确的是()。
 - A. 模型是一种主观随意创作出来的物件,不具有科学性
 - B. 模型可以在一定程度上反映客观事物的结构特征
 - C. 对构建的模型有一定的了解,则不需要查阅资料、设计方案
 - D. 构建模型的材料可随意选取
2. 通过制作真核细胞结构模型,可以进一步加深对细胞结构与功能的认识,下列说法正确的是()。(多选)
 - A. 动物细胞无细胞壁,植物细胞有细胞壁
 - B. 叶绿体呈绿色、椭球形
 - C. 线粒体为单层膜结构,比叶绿体大
 - D. 真核细胞中具有由核膜包被的细胞核结构

自我评价

评价内容		达成情况 (A. 非常满意 B. 满意 C. 还需努力)
建模过程	充分查阅资料,了解细胞各结构的特征	
	完成建模方案的设计	
	材料选择合理、有创意	
	小组成员分工合作,相互协助,效率高	
活动结果	构建的模型达成了方案中的设想	
	构建的细胞结构模型符合科学事实	
	小组展示模型,完成交流与评价	
活动心得	(本次建模中,你认为关键步骤是什么? 你有哪些收获? 还有哪些困惑?)	
教师点评		

第4章 细胞的代谢

探究·实验 4-1 观察外界溶液对植物细胞质壁分离和复原的影响

细胞质膜对物质具有选择透过性,这对于细胞与外界环境进行物质交换具有重要意义。植物细胞与外界环境的物质交换和水分平衡有何规律?通过观察外界溶液对植物细胞质壁分离和复原的影响,有助于进一步理解细胞质膜的选择透过性。

实验目标

1. 通过观察植物细胞质壁分离和复原现象,认识细胞质膜的选择透过性。
2. 学会用定量的方式表示细胞质壁分离的程度。

实验原理

当植物细胞失去水分时,液泡体积减小,原生质体(植物细胞脱去细胞壁后所剩余的部分)变形,而细胞壁伸缩性较弱,会使部分区域的细胞质膜与细胞壁脱离,即发生质壁分离(图4-1)。原生质体的体积变化可以作为判断植物细胞内水分含量变化的标志。

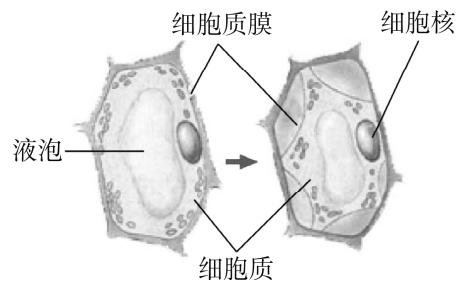


图4-1 质壁分离示意图

材料器具

紫色的洋葱鳞叶,30%蔗糖溶液,蒸馏水,显微镜,目镜测微尺(使用方法见附录4),刀片,镊子,载玻片,盖玻片,滴管,吸水纸等。

实验步骤

1. 观察 30% 蔗糖溶液对植物细胞质壁分离的影响

(1) 取一片紫色的洋葱鳞叶,用刀片在鳞叶外表皮上划出一个 $5\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 的小方块(仅划破表皮),再用镊子撕下该部分表皮(图 4-2)放在载玻片中央的蒸馏水滴里,展平并盖上盖玻片。

(2) 先用低倍镜再用高倍镜,观察洋葱鳞叶外表皮细胞的正常状态、细胞中央液泡的大小以及细胞核的位置。拍摄并在表 4-1 中记录观察结果。

(3) 在盖玻片的一侧滴加 1~2 滴 30% 蔗糖溶液,在盖玻片的对侧用吸水纸引流(图 4-3)。重复几次,使蔗糖溶液渗入盖玻片下方,浸润洋葱鳞叶外表皮。

(4) 用低倍镜观察洋葱鳞叶外表皮细胞的变化,注意液泡、原生质体的体积和颜色变化,以及是否出现质壁分离现象,记录在表 4-1 中。在一个视野中,取 3 个长宽比为 3:1 至 2:1 的质壁分离细胞,每隔 1 min 用目镜测微尺测量细胞长度(l_1)和原生质体长度(l_2)(图 4-4),记录在表 4-2 中,并拍摄记录观察结果,持续记录 8~10 min。计算每个时间点质壁分离细胞的 l_2/l_1 平均值。

(5) 也可用计算机软件计算出每个时间点拍摄的细胞的面积(S_1)和原生质体面积(S_2)(图 4-5,具体方法见附录 4),记录在表 4-2 中,并计算 S_2/S_1 平均值。

(6) 以 l_2/l_1 或 S_2/S_1 平均值为纵坐标,以时间为横坐标,绘制曲线。

2. 蒸馏水对质壁分离细胞的影响

(1) 取已发生质壁分离的洋葱鳞叶外表皮细胞装片,在盖玻片一侧滴加蒸馏水,用引流法使洋葱鳞叶外表皮浸润在蒸馏水中。

(2) 持续观察细胞形态变化,并记录在表 4-1 中。



图 4-2 获取洋葱鳞叶外表皮示意图

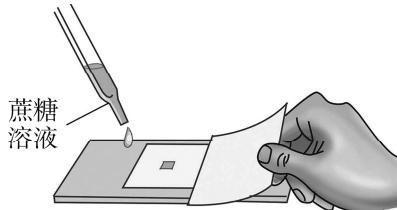


图 4-3 引流示意图

小贴士

紫色洋葱鳞叶外表皮细胞的液泡中含有花青素,花青素溶于水,有颜色。可通过观察紫色区域的变化,判断原生质体的变化。

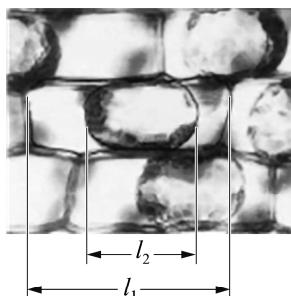


图 4-4 测量细胞和原生质体长度

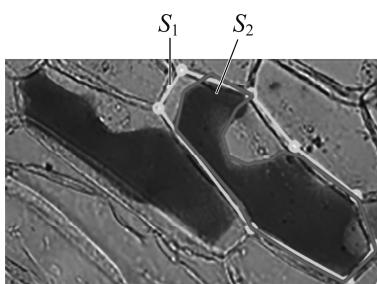


图 4-5 测量细胞和原生质体面积

实验结果

1. 不同溶液中洋葱鳞叶外表皮细胞的变化(表 4-1)：

表 4-1 细胞形态结构记录表

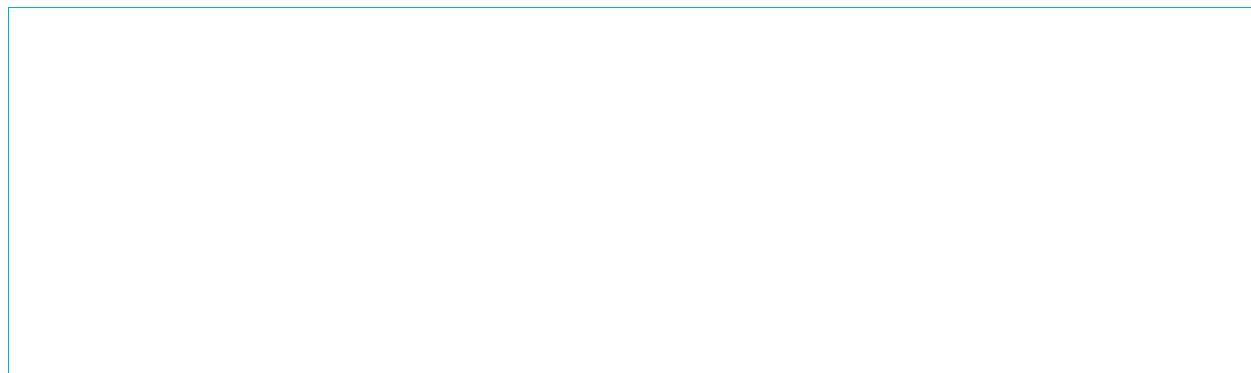
细胞及其所处环境	正常细胞	正常细胞	质壁分离细胞
	在蒸馏水中	在 30% 蔗糖溶液中	在蒸馏水中
液泡体积大小变化			
液泡颜色深浅变化			
原生质体与细胞壁位置关系			

2. 质壁分离过程中洋葱鳞叶外表皮细胞、原生质体的大小(表 4-2)：

表 4-2 质壁分离数据记录表

测量项目 (在□中勾选)	测量的 细胞	时间(min)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
细胞大小 <input type="checkbox"/> l_1 <input type="checkbox"/> S_1	1								
	2								
	3								
原生质体大小 <input type="checkbox"/> l_2 <input type="checkbox"/> S_2	1								
	2								
	3								
平均值(%)									
<input type="checkbox"/> l_2/l_1 <input type="checkbox"/> S_2/S_1									

3. 30%蔗糖溶液对洋葱鳞叶外表皮细胞质壁分离的影响(绘制质壁分离程度随时间变化的曲线图)：



分析与讨论

- l_2/l_1 或 S_2/S_1 的大小与质壁分离程度之间有何关系？解释你所绘制曲线的含义。
- 描述洋葱鳞叶外表皮细胞因外界溶液改变而发生质壁分离和复原的过程，尝试用渗透原理解释实验结果。

学业评价

1. 将紫色洋葱鳞叶外表皮细胞置于 30% 的蔗糖溶液中(图 4-6)，光学显微镜下所能看到的现象是()。

- ① 区域 1 扩大 ② 区域 1 缩小 ③ 区域 2 颜色变浅
 - ④ 区域 2 颜色加深 ⑤ 原生质体与细胞壁逐渐分离
 - ⑥ 原生质体与细胞壁不发生分离
- A. ①③⑤ B. ②④⑤
C. ①④⑤ D. ①④⑥



图 4-6

2. 洋葱鳞叶外表皮细胞在 30% 蔗糖溶液中发生质壁分离，以下分析正确的是()。(多选)

- A. 外界溶液浓度高于细胞内溶液浓度，因此水分子由细胞内渗入细胞外溶液，细胞失水
- B. 外界溶液浓度高于细胞内溶液浓度，水分子流出细胞，由于细胞质膜具有伸缩性，而细胞壁的伸缩性较差，因而出现质壁分离现象
- C. 细胞质膜具有选择透过性，允许水分子进出细胞，而蔗糖分子不被选择吸收
- D. 若细胞在 30% 蔗糖溶液中放置较长时间，蔗糖分子会随水分子一起被选择吸收

3. 要使已发生质壁分离的洋葱鳞叶外表皮细胞复原的条件有()。(多选)

- A. 将已发生质壁分离的细胞置于溶液浓度较高的外界溶液中
- B. 只能将已发生质壁分离的细胞置于蒸馏水中
- C. 将已发生质壁分离的细胞置于溶液浓度较低的外界溶液中
- D. 细胞质膜的结构和功能完整

4. 某小组观察洋葱鳞叶外表皮细胞在3% KNO₃溶液中的质壁分离现象，并每隔1 min拍摄记录，经计算得到的 l_2/l_1 和 S_2/S_1 平均值如表4-3所示。根据此数据，在你之前已绘制的坐标曲线图中添加3% KNO₃影响曲线。比较两条曲线，尝试从细胞质膜选择透过性的角度进行解释。

表4-3 3% KNO₃溶液对质壁分离影响

时间(min)	0	1	2	3	4	5	6	7
$l_2/l_1(\%)$	100	87.5	89.0	90.4	94.2	95.1	96.2	99.0
$S_2/S_1(\%)$	100	72.2	77.4	82.5	84.4	86.6	88.2	90.0

自我评价

评价内容		达成情况 (A. 非常满意 B. 满意 C. 还需努力)
实验操作	取材部位准确，显微镜下能看到1~2层细胞	
	正确制作临时装片，无明显影响观察的气泡	
	用引流法使材料置于不同溶液中	
	测量并计算细胞质壁分离的程度	
实验结果	观察到洋葱鳞叶外表皮细胞质壁分离及复原现象	
	根据所测数据绘制曲线并分析	
实验心得	(本实验中，你认为实验成功的关键点是什么？你有哪些收获？还有哪些困惑？)	
教师点评		

探究·实验 4-2 探究温度对淀粉酶活性的影响

大多数化学反应速率都与温度有关,酶催化的反应也不例外。淀粉酶的化学本质是蛋白质,高温可能会破坏其空间结构,影响酶活性。

提出问题

淀粉酶催化的最适温度是多少?高温和低温对淀粉酶活性有怎样的影响?

作出假设

高温会使淀粉酶的活性_____，低温会使淀粉酶的活性_____。淀粉酶的最适温度约为_____℃。

实验原理

酶活性是反映酶功能的重要指标,一般通过测定单位时间内底物的减少量或产物的增加量来表示。淀粉酶催化淀粉水解产生还原糖,DNS试剂(主要成分为二硝基水杨酸)与还原糖反应产生颜色变化,还原糖量越多,颜色变化越大。可通过分光光度法定量测定颜色变化来测定淀粉酶活性。

设计实验

- 本实验的自变量是温度,实验中设置5个温度组,分别为_____℃、_____℃、
_____℃、_____℃和_____℃。实验的因变量是_____,可通过记录
_____来表示。
- 除了温度外,本实验中可能影响酶活性的其他变量有_____
_____,各组别间需要严格控制,保证实验结果的准确性。

小贴士

探究实验基本步骤包括:提出问题、作出假设、设计实验、实施实验、获取数据、分析数据、得出结论等。

材料器具

0.005% α -淀粉酶溶液, 0.25% 可溶性淀粉溶液, DNS 试剂, 5% NaOH 溶液, 蒸馏水, 恒温水浴锅, 大烧杯, 冰块, 温度计, 试管, 试管夹, 滴管, 记号笔, 分光光度计, 比色皿, 试管架等。

实验步骤

本实验建议小组合作进行, 实验方案由各组的实验设计而定, 可补充以下步骤并参考完成探究。

- 取 5 只烧杯(或恒温水浴锅)标为 1~5 组, 依次设置水温为 _____ °C(冰浴)、
_____ °C、_____ °C、_____ °C、_____ °C。
- 取 5 支洁净试管, 分别标为 A1~A5, 各注入 0.25% 可溶性淀粉溶液 1 mL。另取 5 支洁净试管, 分别标为 B1~B5, 各注入 0.005% α -淀粉酶溶液 1 mL。
- 如图 4-7 所示, 将 1~5 号的 A、B 两支试管分别放置在相应编号的恒温水浴中保温 5 min。

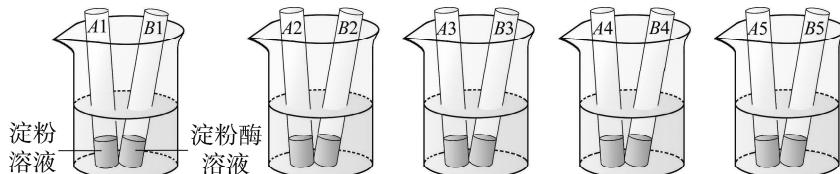


图 4-7 温度对酶活性影响实验示意图

- 将 5 组不同温度下 B 试管中的淀粉酶溶液分别倒入对应编号的 A 试管中, 摆匀后继续在相应温度下水浴 5 min。随后, 加入 5% NaOH 溶液 1 mL 终止反应(强碱可使酶迅速失活)。

- 另取 1 支洁净试管, 标为 A0, 加入 1 mL 0.25% 可溶性淀粉溶液、1 mL 蒸馏水和 1 mL 5% NaOH 溶液。

- 分别向 A0~A5 试管中加入 DNS 试剂 1 mL, 摆匀后置于 85 °C 水浴 5 min, 冷却至室温。观察各试管中溶液颜色的变化并记录。

- 用分光光度计在 540 nm 处以 A0 试管中的溶液进行调零, 分别测 A1~A5 试管中溶液的吸光度, 记录数据。每个样品重复测三次, 取平均值并记录。

注意

- NaOH 溶液有一定腐蚀性, 谨慎操作, 如溅在手上或衣服上, 需立即用水冲洗。
- 从高温水浴中取试管时, 需用试管夹, 谨防高温烫伤。

实验报告

题目: _____

1. 引言(探究的问题、假设及相关原理)

2. 材料与方法

(1) 材料器具(主要的实验材料、试剂和仪器)

(2) 实验方法(概括实验步骤,用表格形式表示)

3. 实验结果

(绘制不同温度条件下溶液吸光度变化曲线,并用文字描述)

4. 分析与讨论

(1) 温度对 α -淀粉酶活性的影响(结合实验原理、结果进行分析并推断出结论)

(2) 验证假设(如果结论与假设不一致,对原因进行分析)

学业评价

1. 在探究温度对淀粉酶活性的影响后,小组同学想进一步探究 pH 对淀粉酶活性的影响,则实验中不同组别间应严格控制一致的变量有()。(多选)
A. 反应液的温度 B. 反应液的 pH C. 底物的种类
D. 底物的总量 E. 酶的总量 F. 反应的时间
2. 在“探究温度对淀粉酶活性的影响”实验中,用 DNS 试剂检测产物,若在 540 nm 处的吸光度越小,则表明在相同时间内()。
A. 淀粉的水解量越大,淀粉酶的活性越强
B. 淀粉的水解量越小,淀粉酶的活性越强
C. 淀粉的水解量越大,淀粉酶的活性越弱
D. 淀粉的水解量越小,淀粉酶的活性越弱
3. 酶活性测定在食品检测、临床诊断等领域具有重要意义。例如,蜂蜜中含 α -淀粉酶,其活性是评定蜂蜜质量的重要指标,而掺假蜂蜜中往往加入耐高温的 α -淀粉酶。通过测定 α -淀粉酶活性与温度的关系曲线,可为判别真假蜂蜜提供依据。比较各小组测定的曲线,说明可用这种方法检测的原因。

自我评价

评价内容		达成情况 (A. 非常满意 B. 满意 C. 还需努力)
实验探究的基本步骤	基于疑问,合理提出假设	
	遵循单一变量等原则,选择合适的测量指标,科学设计实验方案	
	小组合作,遵循实验设计方案,实验操作规范	
	设计图表对实验数据进行真实、准确记录	
	对实验结果进行分析讨论,得出结论,验证假设是否成立	
实验心得	(本次小组探究过程中,你的贡献是什么? 你有哪些收获? 还有哪些困惑?)	
教师点评		

探究·实验 4-3 叶绿体色素的提取分离及叶绿素含量的测定

常见的植物叶片为绿色,这与叶绿体所含色素种类及其比例有关。如何提取并分离叶绿体中的不同色素?不同部位叶片中叶绿素含量是否相同?

实验目标

1. 学会提取和分离叶绿体中色素的方法。
2. 学会测定叶绿素含量的方法。

实验原理

叶绿体色素位于类囊体膜,主要包括叶绿素a、叶绿素b、叶黄素和胡萝卜素,具有亲脂性,能溶于有机溶剂,可用乙醇或丙酮将它们从叶片中提取出来。不同色素在有机溶剂中的溶解度不同,在吸附载体(如聚酰胺薄膜)上的吸附能力不同,因此,不同色素随着有机溶剂在吸附载体上扩散的速度也就不同,这样就可将它们彼此分离。这种方法称为层析法。

叶绿素在特定波长处的吸光度值与叶绿素a、叶绿素b的含量有关。分别测定叶绿素在649 nm处吸光度值($A_{649\text{ nm}}$)和665 nm处吸光度值($A_{665\text{ nm}}$),根据相关公式,可计算出其含量。

小贴士

叶绿体色素的颜色:
叶绿素a呈蓝绿色;
叶绿素b呈黄绿色;
叶黄素呈黄色;
胡萝卜素呈橙黄色。

材料器具

经干燥处理(65 °C, 24 h)的绿色菠菜(或青菜等)的叶片,95%乙醇,剪刀,聚酰胺薄膜(8 cm×8 cm),封口膜,研钵,量筒,玻璃漏斗,试管,试管架,烧杯,脱脂棉,培养皿,玻璃毛细管,分光光度计,比色皿,电子天平等。

实验步骤

1. 叶绿体色素提取

(1) 叶片匀浆：称取 1 g 经干燥处理后的叶片(已除去粗大叶脉)，剪碎后放入研钵中，加入 6 mL 95% 乙醇，研磨成匀浆(图 4-8A、B)。

(2) 过滤：漏斗内放置滤纸或底部放一层脱脂棉，将上述叶片匀浆倒入玻璃漏斗过滤，并将过滤液收集到一个小试管中(图 4-8C)，得到色素提取液，封口膜封住试管口备用。

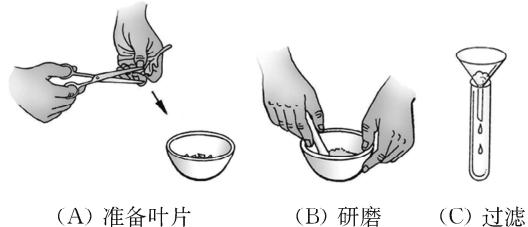


图 4-8 叶绿体色素提取操作示意图

2. 叶绿体色素层析分离

(1) 层析薄膜准备：将层析用的聚酰胺薄膜剪成约 2 cm×8 cm 的长条。

(2) 点样：用玻璃毛细管取色素提取液，于距层析薄膜底边 1.5 cm 处划线(图 4-9)，重复划线 3~5 次。

(3) 层析：在烧杯中加入适量 95% 乙醇作为层析液，薄膜的点样端朝下放入层析液中，注意点样线不能接触到层析液。用培养皿盖住烧杯，进行层析(图 4-10)。

(4) 观察和记录：持续观察色素在薄膜上的分离现象，直至各色素带的相对位置不变后，取出晾干，粘贴在表 4-4 中，并记录薄膜上各色素带的颜色和名称。

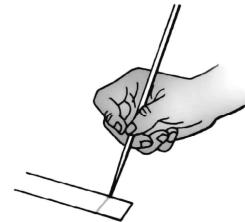


图 4-9 点样示意图

△ 注意

薄膜一面光滑，另一面粗糙，在粗糙面点样。

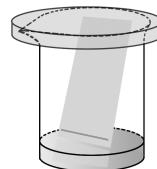


图 4-10 层析示意图

△ 注意

分光光度计在不同波长下测定吸光度均要重新调零。

3. 叶绿素含量的测定

(1) 提取色素：小组内分工，分别选取经干燥处理过的同种植物不同部位的等量叶片(成熟或幼嫩)，用 95% 乙醇研磨后过滤，获取色素提取液。

(2) 稀释色素：将色素提取液用 95% 乙醇稀释到合适倍数(N)，摇匀，备用。

(3) 测定吸光度：以 95% 乙醇为对照调零，在分光光度计中分别测定叶片不同部位色素提取液在 649 nm、665 nm 波长处的吸光度(A)，分别记为 $A_{649\text{ nm}}$ 和 $A_{665\text{ nm}}$ ，重复测 3 次取平均值，并记录在表 4-5 中。

(4) 数据处理：按公式计算不同部位叶片色素稀释液中的叶绿素 a、叶绿素 b 浓度和总叶绿素浓度。

$$\text{叶绿素 a 浓度} (\text{mg/L}) = 13.70A_{665 \text{ nm}} - 5.76A_{649 \text{ nm}}$$

$$\text{叶绿素 b 浓度} (\text{mg/L}) = 25.80A_{649 \text{ nm}} - 7.60A_{665 \text{ nm}}$$

$$\text{总叶绿素浓度} = \text{叶绿素 a 浓度} + \text{叶绿素 b 浓度}$$

将稀释液中色素浓度乘以相应稀释倍数(N)，计算不同部位叶片叶绿素含量，并记录在表 4-5 中。

实验结果

1. 叶片中叶绿体色素分离结果(表 4-4)：

表 4-4 叶绿体色素层析结果记录表

薄膜粘贴处	色素带颜色 (从上到下)				对应的色素名称			

2. 不同部位叶片叶绿素含量比较(表 4-5)：

表 4-5 植物不同部位叶片叶绿素含量测定数据记录表

植物 部位	稀释 倍数 (N)	A _{649 nm}				A _{665 nm}				叶绿素含量 (mg/L)		
		1	2	3	平均 值	1	2	3	平均 值	叶绿 素 a	叶绿 素 b	总叶 绿素

分析与讨论

1. 小组的样品经层析后分离出了几条色素带？如何进行区别和判断？将本小组的层析结果与其他小组进行交流和分享，分析叶绿体色素的种类及特点。
2. 比较同种植物不同部位的叶片中叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量的差异，分析这种差异可能的原因。
3. 根据色素条带结果，请推测从盛夏到深秋，银杏叶片中叶绿体色素会有怎样的变化？

学业评价

1. 某小组在提取青菜新鲜叶片中的叶绿体色素前，经查阅资料发现提取液可以用水、乙醇、丙酮、氯仿等，经讨论后最终选择了乙醇作为提取液，理由是（ ）。(多选)
A. 叶绿体色素具有亲脂性
B. 乙醇毒性低，安全性高
C. 叶绿体色素具有亲水性
D. 新鲜叶片中有水分

2. 甲、乙两组同学均采用层析法分离叶绿体色素，得到结果如图 4-11 所示。乙组结果最可能的原因是（ ）。

- A. 色素没有被完全提取出来
- B. 所用叶片是黄色的老叶
- C. 层析时点样线进入了层析液
- D. 点样时滤液线划得又细又直

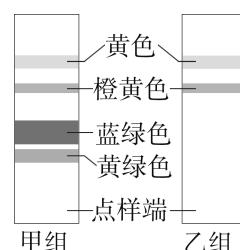


图 4-11

3. 某小组用乙醇提取了叶绿体中的色素，但是层析后在薄膜的点样线上端却不能分离出任何色素带，他们对照“自我评价表”分析后发现，是因为层析液没过了点样线。层析液不能没过点样线的原因是（ ）。
- A. 若层析液没过点样线，层析液向上扩散的速率会加快，使得色素脱离了薄膜
 - B. 若层析液没过点样线，层析液向上扩散的速率会减慢，使得滤液线中的色素不能分离
 - C. 若层析液没过点样线，叶绿体色素会溶解在层析液中
 - D. 若层析液没过点样线，层析液溶解了叶绿素，类胡萝卜素仍可分离

自我评价

评价内容		达成情况 (A. 非常满意 B. 满意 C. 还需努力)
实验操作	将叶片充分研磨、过滤获得色素提取液	
	点样细心，位置准确，重复多次	
	将薄膜放置在烧杯中，点样线不接触层析液	
	正确使用分光光度计测量色素稀释液在 649 nm 和 665 nm 波长处的吸光度	
实验结果	分离得到四种颜色的色素带	
	根据层析结果正确区分色素种类，依据充分	
	记录吸光度并计算出相关叶绿素浓度	
实验心得	(本实验中，你认为实验成功的关键点是什么？你有哪些收获？还有哪些困惑？)	
教师点评		

探究·设计 4-4 探究影响光合作用强度的环境条件

光合作用所需要的条件是经过实验获得的。假设学校正准备建设植物培养温室,需要一组合适的、可促进植物光合作用强度的环境条件数据,请以小组(4~6人)为单位,设计实验并进行探究。

设计方案

1. 探究问题

2. 作出假设

3. 实验设计(可参考附录5“真空渗水法”、附录6“传感器测定法”)

(1) 所探究的环境条件(自变量)是_____，如何设置：

(2) 光合作用强度测量指标(因变量)是_____，如何测量：

(3) 除了自变量外,实验中可能影响光合作用强度的其他变量有_____，各组别间如何控制一致：

(4) 所需材料器具：

(5) 实验操作主要步骤(结合图表简述设计思路)：

实验报告

题目: _____

1. 引言(探究的问题、假设及相关原理)

2. 材料与方法(结合图表简述方法)

3. 实验结果(用图文表述)

4. 分析与讨论(分析实验结果,得出结论,讨论假设是否成立、实验中遇到的问题等)

5. 应用(根据小组探究结果,为建设植物培养温室制定方案,简述你的建议)

学业评价

1. 下列影响光合作用强度的因素中,属于外界环境因素的有()。(多选)
A. 光照强度
B. 温度
C. CO₂ 浓度
D. 叶绿素含量
2. 在“探究光照强度对植物光合速率影响”的实验中,以下分组设计符合实验原则的有()。(多选)
A. 用不同功率的白炽灯分别放置在距离实验材料相同的位置
B. 用同一功率的白炽灯分别放置在距离实验材料不同的位置
C. 用不同功率的白炽灯分别放置在与实验材料距离不同的位置
D. 用不同颜色的透明塑料纸包裹同一功率白炽灯,分别放置在距离实验材料相同的位置

3. 某小组探究影响某植物光合作用强度的因素,实验分组设计如表 4-6 所示。根据单因子变量原则,为探究 CO₂ 浓度对光合作用强度的影响,应将第 3 组中的温度控制为多少?请说明理由。

表 4-6 实验分组设计

组别	实验条件		
	温度	光照强度	NaHCO ₃ 浓度
1	10 ℃	100 W	4%
2	15 ℃	100 W	4%
3	?	100 W	4%
4	25 ℃	60 W	4%
5	25 ℃	40 W	4%
6	25 ℃	100 W	1%
7	25 ℃	100 W	0%

自我评价

评价内容		达成情况 (A. 非常满意 B. 满意 C. 还需努力)
探究实验 方案设计	基于任务,确定探究问题	
	确定实验中的各种变量	
	遵循实验原则,合理设计实验分组	
	根据资料或参考方案,设计实验步骤	
方案实施与 小组交流	根据方案实施实验,完成小组内的分工任务,并与其他组员合作得出实验结果	
	分析实验结果,得出结论	
	参与本小组实验结果、结论的汇报交流	
	汇总各组实验结果,为温室建设制定方案	
实验心得	(本实验设计中,你认为应注意遵循哪些原则? 你有哪些收获? 还有哪些困惑?)	
教师点评		

第5章 细胞的生命进程

探究·实验 5-1 观察植物根尖细胞有丝分裂

动植物细胞的结构有差异,它们的分裂过程是否也有不同?植物细胞的有丝分裂过程中,染色体的行为和纺锤丝的形成与动物细胞基本相似,但分裂中还会出现一些特殊的结构。让我们通过实验来观察、发现吧。

实验目标

1. 学会根尖压片技术,制作根尖细胞有丝分裂临时装片。
2. 观察根尖细胞有丝分裂临时装片,区分并描述各个时期细胞特征。
3. 根据染色体变化规律,建构植物细胞有丝分裂的模型。

实验原理

植物根尖尖端的细胞分裂比较旺盛,它们分别处于细胞有丝分裂的不同阶段。通过根尖压片实验,可以观察到植物细胞分裂各时期染色体的特征。

材料器具

经固定、解离和漂洗处理后的植物根尖[如吊兰(图5-1)、大蒜或洋葱的根尖],显微镜,载玻片,盖玻片,镊子,解剖针,培养皿,吸水纸,染液(醋酸洋红或0.2%龙胆紫),蒸馏水等。

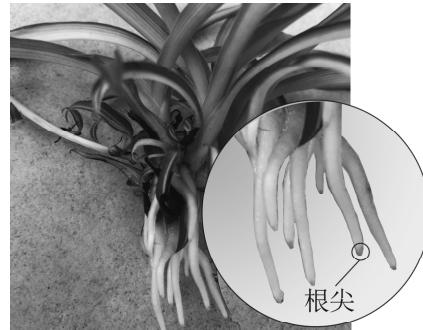


图5-1 吊兰根尖

实验步骤

1. 取材

取经固定、解离和漂洗处理过的根尖组织，置于载玻片上，用刀片切去根尖透明部分，留白色尖端部分约2~3 mm。

2. 染色

用镊子轻轻将根尖压扁，滴加1~2滴染液，再用解剖针在根尖处轻戳几下，使内外染色均匀。染色2~3 min。随后略倾斜载玻片，露出根尖，用吸水纸从一侧将染液小心吸走。注意：不要将根尖吸走。

3. 压片

向根尖滴加1滴蒸馏水，将其浸没。取盖玻片，从一侧斜放下去，使材料位于盖玻片中部。取两层吸水纸，盖在盖玻片上，用拇指垂直向下轻压（不能扭转），使根尖分散成均匀的薄层。移开吸水纸，从盖玻片一侧滴少许蒸馏水，用引流法使蒸馏水进入装片以提高折光率，便于观察。

4. 镜检

先在低倍镜下观察装片，初步分辨出处于分裂状态的细胞，找到有较多细胞处于分裂期的部位，然后换用高倍镜观察并拍照记录。

5. 记录特征

参照图5-2，找到处于各时期的细胞，在表5-1中绘制染色体变化示意图并描述不同时期细胞的特征。

6. 统计数量

取3个视野，统计视野中的细胞总数及各时期的细胞数，填入表5-2。

小贴士

固定：将生物组织取下后加入固定剂中，杀死细胞并使细胞保持原有状态。

解离：用一定浓度的解离液（如20%盐酸）浸泡根尖一段时间，使组织细胞分散开。

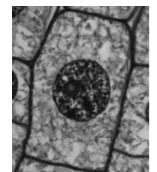
漂洗：将解离后的根尖用蒸馏水浸泡3~5 min，以洗去解离液。

实验结果

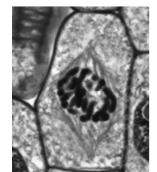
1. 植物根尖细胞有丝分裂各时期特征(表 5-1)：

表 5-1 植物根尖细胞各时期特征记录表

所用材料：_____ (植物)根尖		
时期	绘制细胞简图 (标示出染色体)	描述细胞特征
间期		
分裂期	前期	
	中期	
	后期	
	末期	



间期



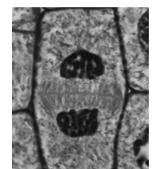
前期



中期



后期



末期

图 5-2 植物根尖细胞各时期显微镜照片(40×)

2. 有丝分裂细胞数量统计(表 5-2)：

表 5-2 植物根尖细胞各时期细胞数量统计表

统计项	视野 1	视野 2	视野 3	总计	各时期细胞占比(%)
细胞总数					
各时期细胞数	间期				
	前期				
	中期				
	后期				
	末期				

小贴士

各时期细胞占细胞总数的比值，与该时期的长短有关。所占比值越大，表明该时期越长。

分析与讨论

1. 你观察到细胞中,正在分裂的细胞占比大约是多少?为什么不是所有细胞同步分裂?
2. 假如没有找到处于分裂中某个阶段的细胞,分析可能的原因。
3. 根据你所观察并描述的高等植物不同时期细胞特征及绘制的染色体变化示意图,与动物细胞有丝分裂特征进行比较。

学业评价

1. 为了观察到有丝分裂各期的细胞,制作洋葱根尖临时装片的操作顺序是()。
A. 固定→解离→漂洗→染色→压片 B. 固定→解离→漂洗→压片→染色
C. 固定→解离→染色→漂洗→压片 D. 固定→染色→漂洗→解离→压片
2. 有丝分裂能保证遗传物质的平均分配,在显微镜下观察到细胞各时期的现象与此相关的有()。(多选)
A. 核膜、核仁消失 B. 染色质螺旋化形成染色体
C. 纺锤丝的形成 D. 姐妹染色单体分离
3. 某同学完成细胞有丝分裂实验后,对3个视野内各个时期的细胞数量进行统计,得到了如下表所示结果。分析表中数据,各时期中时间最长的是()。

视野	各时期细胞数				
	间期	前期	中期	后期	末期
视野1	165	15	4	2	9
视野2	128	7	1	0	3
视野3	185	11	2	2	7
总数	478	33	7	4	19

- A. 间期 B. 前期 C. 中期和后期 D. 末期

自我评价

评价内容		达成情况 (A. 非常满意 B. 满意 C. 还需努力)
实验操作	选取根尖白色部分制作临时装片	
	染色操作正确,染色均匀、清楚	
	压片动作规范,能将细胞压成薄层细胞	
	低倍镜下找到处于分裂状态的细胞,高倍镜下观察细胞特征	
实验结果	描述不同时期细胞特征,绘制各时期染色体变化示意图	
	统计各时期的细胞数,计算出各时期细胞占细胞总数比例	
实验心得	(本实验中,你认为实验成功的关键点是什么? 你有哪些收获? 还有哪些困惑?)	
教师点评		

附录

1. 移液器的使用

移液器(附录图 1)是一种能方便、准确地定量移取液体的工具。移液器的使用方法和注意事项如下。

- (1) 根据待吸取液体的体积,选择合适量程的移液器。旋动操作按钮转动刻度至相应体积,设定吸取量。
- (2) 取液前,先将枪头垂直插入吸头口,装配上吸头。
- (3) 取液时,按压移液器顶部的操作按钮至第一档(中部),再将吸头垂直插入液体,缓慢松开操作按钮吸取足量液体,并立即将吸头口插入目标容器,按压操作按钮至第二档(底部),使吸头内液体全部压出。
- (4) 吸取不同溶液时,吸头不可混用,应按压吸头推出按钮,更换移液器吸头。
- (5) 移液完成后,推出吸头,将移液器刻度旋至最大量程,并将移液器放回原位。

2. 分光光度计的使用

分光光度计(附录图 2)可测定溶液的吸光度。分光光度计使用方法如下。

- (1) 在测定前,打开电源开关,预热 20 min 左右。
- (2) 在操作面板上设定测定波长,将空白液及待测液装入比色皿(附录图 3)中,放入样品室。
- (3) 推拉试样架拉杆,先将空白液置于光路中进行调零(吸光度为 0),然后测定待测液的吸光度,待读数稳定后记录吸光度。
- (4) 测定完成后,关闭电源开关,取出比色皿洗净,用软布擦净样品室。



附录图 1 移液器



附录图 2 分光光度计



附录图 3 比色皿

使用比色皿时应注意：

- ① 拿取比色皿时，手指只能接触两侧的毛面，切不可接触光面。注意轻拿轻放，防止破损。使用前可用待测液润洗几遍。
- ② 比色皿中加入液体时，液面高度至比色皿高度的约 3/4 处。光面上如有残留液体，需用擦镜纸擦拭干净。
- ③ 放入分光光度计样品室时，应将比色皿的两个光面对准光线通路。

3. 蛋白质浓度标准曲线的测定

取 6 支试管编号 0~5，用移液器按附录表 1 依次加入牛血清白蛋白溶液和蒸馏水，配制成不同浓度的蛋白质标准溶液。随后向各支试管中加入 4 mL 双缩脲试剂，摇匀，静置 20 min。

附录表 1 各试管中加入试剂量及对应蛋白质浓度

加入试剂量及对应蛋白质浓度	试管编号					
	0	1	2	3	4	5
10 mg/mL 牛血清白蛋白溶液(mL)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
蒸馏水(mL)	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0
双缩脲试剂(mL)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
蛋白质浓度(mg/mL)	0	2	4	6	8	10

打开分光光度计，预热 20 min，设定波长为 540 nm。取洁净的比色皿，加入适量各试管中反应液，放入分光光度计中测量吸光度。先以 0 号试管中溶液为空白对照进行调零，再依次测定 1~5 号试管中样品的吸光度。每个样品重复测 3 次取平均值。

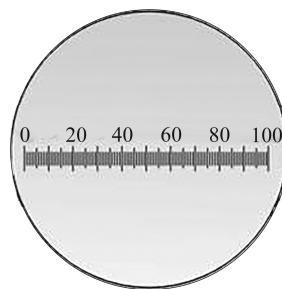
4. 细胞大小的测量

(1) 用目镜测微尺测量细胞长度

在目镜镜筒内装入目镜测微尺(附录图 4)，先在显微镜下聚焦，转动目镜使测微尺与待测细胞长径平行，测微尺起始刻度线与细胞一侧对齐，测量出细胞长径所占格数，即为细胞相对大小。注意：格数不代表细胞真实大小，在不同放大倍数下，每格代表的实际长度不一样。因此，需要在同一放大倍数下比较细胞长度。

(2) 用软件计算细胞面积

运用与显微镜配套的软件计算细胞面积。首先将显微镜下的图像进行拍照，切换到测



附录图 4 目镜测微尺

量模式，并选择“不规则测量”；然后沿着待测量细胞图像的边界进行点击，勾勒出细胞的轮廓；当起点和终点闭合时，软件直接计算并显示出该区域面积的大小。注意：计算出的是细胞面积相对大小，因此，需要在同一放大倍数下比较细胞面积的大小。

5. 真空渗水法

实验目标

探究 CO_2 浓度对植物光合作用强度的影响。

实验原理

利用真空渗水法排除叶肉细胞间隙中的空气，并充以水分，使叶片沉于水中。在光合作用过程中，植物吸收 CO_2 、放出 O_2 ，由于 O_2 在水中的溶解度很小，主要积累在细胞间隙，结果可使原来下沉的叶片上浮。因此，根据叶圆片上浮所需的时间长短，能比较光合作用的强弱。

材料器具

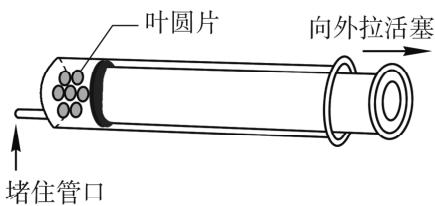
叶龄相当的蚕豆叶片，钻孔器，50 mL 烧杯，镊子，20 mL 注射器，40 W 白炽灯，蒸馏水（煮沸后急速冷却至室温），1%、2% 和 4% 的 NaHCO_3 溶液（用上述蒸馏水配制）等。

实验步骤

(1) 真空渗水法处理：用直径 1 cm 的钻孔器，避开叶的主脉，在植物叶片上打下叶圆片 30 片，每次取 5 片放入已吸入 5 mL 蒸馏水的注射器中。先排除注射器内的空气，再用手指堵住注射器前端管口，用力向后拉活塞 3~4 次（附录图 5），可造成注射器内负压，从而逐出叶肉组织中的空气。将注射器内多余的空气缓慢排出，再重复多次，使整片叶圆片全部充满水分而下沉。将叶圆片连同水倒入烧杯中备用。

(2) 取 50 mL 烧杯 4 只，其中 3 只分别倒入 1%、2% 和 4% NaHCO_3 溶液（室温）各 30 mL，另 1 只倒入经煮沸后冷却至室温的蒸馏水 30 mL。在每只烧杯中放入真空渗水法处理过的叶圆片 5 片，用镊子使其彼此分散不重叠，置于距 40 W 白炽灯 10 cm 处。

(3) 观察各烧杯中的叶圆片上浮情况（附录图 6），每隔 5 min 在实验报告中记录各烧杯中上浮的叶圆片数量（或者统计每片叶圆片上浮时间，求平均值）。



附录图 5 真空渗水法操作示意图



附录图 6 叶圆片上浮测量示意图

6. 传感器测定法

实验目标

探究光照强度对植物光合作用速率的影响。

实验原理

利用不同功率的白炽灯模拟不同的光照强度，并用氧气传感器测量植物叶片单位时间内光合作用释放 O₂ 的量，可以比较精确地测定植物光合作用速率。

材料器具

黑藻，氧气传感器，数据采集器，计算机，白炽灯（功率分别为 20 W、40 W、60 W），塑料瓶（与传感器配套，体积约为 300 mL），烧杯，纸板，蒸馏水（煮沸后急速冷却至室温），2% NaHCO₃ 溶液（用上述蒸馏水配制）等。

实验步骤

- (1) 取 3 个塑料瓶，均加入 250 mL 2% NaHCO₃ 溶液，再加入等量黑藻（约 10 g）。
- (2) 连接计算机、数据采集器、氧气传感器，打开软件，系统自动识别所接传感器。在塑料瓶中插入氧气传感器，避免液面接触或没过传感器电极端，瓶口密封。
- (3) 将功率分别为 20 W、40 W、60 W 的白炽灯，放置在与塑料瓶相同距离（10 cm）处。
- (4) 记录 3 个塑料瓶中初始 O₂ 含量。同时打开 3 只白炽灯，记录 10 min 内 3 个瓶中 O₂ 含量变化，并保存曲线。
- (5) 从 O₂ 含量曲线上找到曲线上升最快的一段，取两个时间点 t_1 和 t_2 （相隔约 50 s），分别找到与 t_1 、 t_2 相对应的 O₂ 含量读数 DO₁、DO₂，根据以下公式计算出 O₂ 释放速率。

$$O_2 \text{ 释放速率} = (DO_2 - DO_1) / (t_2 - t_1)$$

- (6) 根据实验数据，比较不同光照强度下的光合作用速率。

△ 注意

用白炽灯照射时，各组之间要用纸板等隔开，避免互相干扰。

说 明

本书根据教育部颁布的《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》和高中生物学教科书编写,经上海市中小学教材审查委员会审查准予使用。

编写过程中,上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会专家工作委员会,上海市教育委员会教学研究室,上海市课程方案教育教学研究基地、上海市心理教育教学研究基地、上海市基础教育教材建设研究基地、上海市生命科学教育教学研究基地(上海高校“立德树人”人文社会科学重点研究基地)及基地所在单位华东师范大学给予了大力支持。华东师范大学生命科学学院张伟、刘敏、姜琳、朱毛洁、庄李婕、杨芷馨和罗钊为本书实验设计提供了帮助,还有许多学科专家、教育专家、教研人员及一线教师给我们提出了宝贵意见和建议,感谢所有对教材编写、出版提供帮助与支持的同仁和各界朋友!

欢迎广大师生来电来函指出书中的差错和不足,提出宝贵意见。出版社电话:021-64848025。

声明 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条有关规定,我们已尽量寻找著作权人支付报酬。著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

经上海市中小学教材审查委员会审查
准予使用 准用号 II- GB-2021002



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5478-4997-2

A standard EAN-13 barcode representing the ISBN number 9787547849972.

9 787547 849972 >

定价：3.80 元