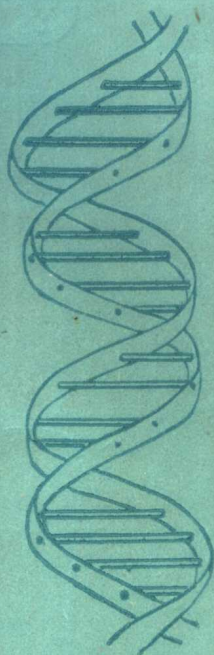
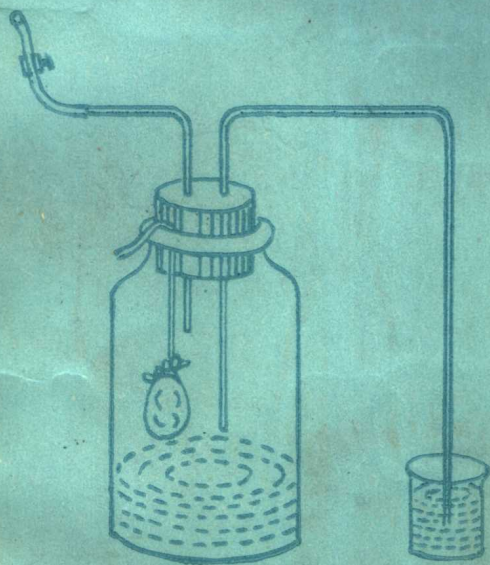


高中生物学实验

王子浩



陕西科学技术出版社

高中生物学实验

王子浩

陕西科学技术出版社

高中生物学实验

王子浩

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 陕西省印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张3.5 字数 72,000

1982年11月第1版 1982年11月第1次印刷

印数 1—5,000

统一书号：7202·71 定价：0.31元

前 言

生物学实验课是生物教学中一个重要的环节。通过实验，可以训练学生的基本技能技巧，巩固和验证课堂中所学的基础知识和基本理论，加深学生对所授内容的理解；同时，培养学生分析问题和解决问题的能力以及理论联系实际的工作作风，帮助学生建立辩证唯物主义的观点。

本书紧扣高中生物课本，重点选编了二十个实验。为了取得较好的实验效果，在每一个实验中都编写了讨论一栏，并在最后附有思考题。

本书考虑到目前多数中学的设备条件，实验中介绍的操作方法一般都简单明了，效果明显，仪器设备、药品及生物材料多较易获得。

为了帮助读者做好实验前的准备工作，书后还附有各实验所需要的溶液配制方法，常用试剂的比重及浓度表，溶液浓度的表示及稀释方法，洗涤液的配制及应用等内容，以便读者随时查阅。

在本书编写过程中，陕西教育学随董学先、杜乃明；西安市教师进修学院刘蓉；西安市二十一中杨秀科；陕西师范大学图书馆董淑琴等同志曾提出了不少宝贵意见；书中插图由陕西师范大学生物系李惠民同志绘制，在此一并致谢。

由于水平所限，本书还存在不少缺点，希望广大读者批评指正。

编 者

1982年3月

目 录

实验室规则	(1)
实验室注意事项	(2)
实验一 生物组织中碳元素的鉴定.....	(3)
实验二 蛋白质中氮及硫元素的证明.....	(6)
实验三 蛋白质的双缩脲反应.....	(9)
实验四 肝糖元的提取.....	(13)
实验五 卵磷脂的提取和鉴定.....	(16)
实验六 糖还原性的检验.....	(19)
实验七 细胞膜对有机物的渗透性.....	(23)
实验八 光合作用必需叶绿素的证明.....	(26)
实验九 叶绿素的提取.....	(28)
实验十 酵母对糖的发酵作用.....	(30)
实验十一 绿色植物种子的需氧呼吸作用.....	(34)
实验十二 酶的特异性.....	(37)
实验十三 生物体内某些酶的性质.....	(40)
实验十四 萘乙酸对植物生长的刺激作用.....	(45)
实验十五 乙烯利对果实的催熟作用.....	(47)
实验十六 用肾上腺素解除动物因胰岛素过 多而引起的昏迷症状.....	(50)
实验十七 核蛋白(或酵母RNA)的水解.....	(53)
实验十八 细胞内的DNA.....	(57)

实验十九 果蝇的采集与饲养…………… (62)

实验二十 果蝇一对相对性状的遗传分析… … (70)

附 录

一 玻璃器皿的清洗…………… (77

二 一般化学试剂的分级及某些试剂的
保管方法…………… (79)

三 溶液浓度的表示方法及溶液的配制、稀释… (81)

四 实验所需溶液的配制…………… (84)

五 常用试剂水溶液的比重和浓度表…………… (91)

①盐酸的比重 (d_4^{20}) 和百分浓度…………… (91)

②硝酸的比重 (d_4^{20}) 和百分浓度…………… (92)

③硫酸的比重 (d_4^{20}) 和百分浓度…………… (94)

④醋酸水溶液的比重和百分浓度…………… (96)

⑤醋酸水溶液的重量百分浓度和在
同温度下的比重…………… (97)

⑥氢氧化钾水溶液的比重 (d_4^{15}) 和
百分浓度…………… (98)

⑦氢氧化钠水溶液的比重 (d_4^{20}) 和
百分浓度…………… (99)

⑧氨水溶液的比重 (d_4^{20} , $d_{16}^{15:68}$)
和百分浓度…………… (100)

⑨乙醇水溶液的比重和百分浓度…………… (102)

⑩乙醇水溶液的重量百分浓度和在
同温度下的比重…………… (105)

⑪甘油水溶液的比重和百分浓度…………… (106)

实验室规则

- ①实验前要复习课本中的有关内容并精心读完实验内容，明确实验原理，目的及要求。
- ②开始实验前，要检查实验材料是否齐备，装置是否合适、干净，有无破损或缺。
- ③实验时，要严格按照实验操作步骤进行，千万不能看一句做一步。最好在预习时，写出简单的操作题纲，做到每一步操作都有明确的目的，都能了解该步骤与前后步骤之间的关系。
- ④经常保持环境、仪器用具、药品清洁。试剂及药品的盖、塞，决不能张冠李戴，乱拉乱用。用完后应放回原处。废物要放入特定的收集器。火柴棍、滤纸切不可扔入水槽，以免堵塞水管。酸、碱应倒入酸缸，以免腐蚀它物。
- ⑤实验过程中，要仔细观察各种现象变化，随时准确地作好记录。务求对发生现象的原因及变化的实质彻底了解。实验完毕后，经整理填入实验记录及结果栏中。实验的日期、地点及条件如气温、阴晴、气压等也应一并注明。
- ⑥节约水电、药品。爱护仪器用具，用完后洗净。
- ⑦实验完毕，应立即把生物尸体、粪便等埋入土内，洗净用具，最后用酒精消毒。
- ⑧进出实验室不要争先恐后。进入实验室后，应保持安静，不做跟实验无关的事情，离开实验室要向教师报告。

实验室注意事项

- ①不能用酒精灯倾侧到另一燃着的酒精灯上去引火，否则容易洒出酒精，引起失火。
- ②酒精灯必须用灯罩盖灭，不可用嘴吹灭。不用时，必须盖上灯帽，防止酒精蒸发，否则既浪费了酒精，灯芯又不易点燃（因为酒精蒸发后留下水分）。
- ③用酒精灯加热试管内容物时，要用试管夹夹住试管，管口方向不应对准人，以防内容物溅到身上。
- ④有毒、易燃物（如乙醚）用后加盖，并远离灯火放置，否则易放出蒸气，引起中毒或起火。若需要在室内用乙醚麻醉动物时，动物麻醉后，麻醉瓶应立即加盖，并立即打开窗户，使空气流通。
- ⑤有腐蚀性的液体如浓硫酸、硝酸、浓碱液；易挥发性液体如浓盐酸，氨水，不得用口吸取。易腐蚀固体如氢氧化钠固体，不得直接用手拿取，粉末状的要用品角匙，块状的要用品橡皮头的镊子。压碎及称重时，都必须垫纸，以免腐蚀用具。用具用毕，应立刻用水洗净，否则有沾污腐蚀衣物的危险。
- ⑥切割玻璃管或把玻璃管插入橡皮塞（管）时，均应用布垫在操作部位，以防玻璃管破碎划破手指。
- ⑦用嗅觉鉴别气体时，不能把鼻子直接对准容器开口，只能用手轻轻煽动管口，使气体流向鼻子。

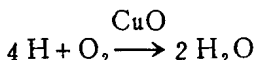
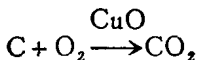
实验一 生物组织中碳元素的鉴定

(一) 实验目的:

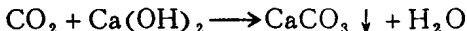
验证碳是组成生物体的元素。

(二) 实验原理:

任何生物的原生质都含有碳、氢、氮、氧四种元素。其中碳和氢，在氧化铜的催化作用下，可被空气中的氧氧化为二氧化碳和水。



二氧化碳通入澄清的饱和石灰水（或氢氧化钡溶液）中，可生成难溶于水的碳酸钙（或碳酸钡），故溶液中有白色沉淀生成，即可证明有二氧化碳的生成。



从而便可说明被试物中有碳的存在。

(三) 实验材料及用具:

干燥鱼肉粉（或其它动物肉粉） 饱和石灰水（或氢氧化钡溶液） 氧化铜粉末 试管 铁架台 酒精灯 单孔橡皮塞导管 药匙 台秤

(四) 方法及步骤:

取约0.2~0.3克的干燥鱼肉粉与1~2克的氧化铜粉

末，在一张干净纸片上混合均匀后，把混合物卷入比试管细的纸卷中，插入一支干燥试管的近底部，用手指轻轻弹动纸卷，使混合物全部落入管底，用带导管的橡皮塞塞紧管口。把试管接近水平地夹在铁架上，使试管口稍稍向下倾斜。导管的末端伸到另一支盛有 2 ~ 3 毫升饱和石灰水的试管里，

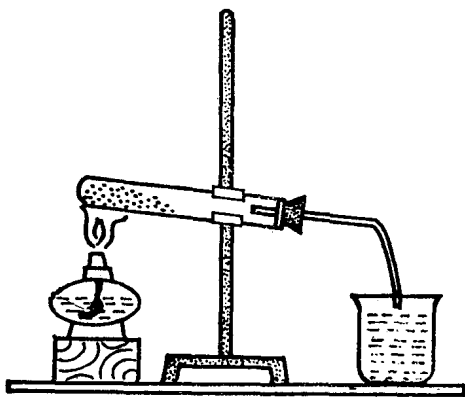


图 1

使导管口几乎要与液面接触。加热试管中的混和物。开始均匀加热，然后强烈地灼烧，可以看到有白色烟雾状气体自导管口流出，管口下端的饱和石灰水出现白色混浊现象，说明气体中有二氧化碳的存在。

(五) 讨论：

检验碳酸根的存在，是检验碳元素是否存在的较好方法。原生质中的碳，主要是以不易被检查出的蛋白质、糖、脂类、核酸等有机化合物的形式存在的，所以，最方便的方法是通过氧化作用，把有机碳转变为无机碳（碳酸根）进行检验。

接近水平放置的那支试管内壁，在冷却后，有水珠产生，可以说明干燥的试样中有氢和氧两种元素的存在。

(六) 实验记录及结果：

取 ___ 克 ___ 肉粉与 ___ 克氧化铜放在微倾斜的干燥试

管中加热后，有___发生。把产生的气体通至___溶液的液面处，可看到___溶液中有___生成。

(七) 思考题：

粉末状的碳是黑色，在接近水平放置的试管中的混合物灼烧后也变为黑色，能否仅用这个现象证明生物组织中有碳的存在？为什么？

实验二 蛋白质中氮及硫元素的证明

(一) 实验目的:

证明氮是组成蛋白质的元素和绝大多数蛋白质中含有硫。

(二) 实验原理:

蛋白质种类很多, 每种蛋白质都含有碳、氢、氧、氮四种元素。硫也是蛋白质中常常含有的元素。

蛋白质分子中的氮, 主要以氨基 $\left(-N\begin{array}{l} \text{H} \\ \diagdown \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}\right)$ 的形式存在。若与强碱共热时, 可转变为氨(NH_3)而放出, 可用潮湿的红色石蕊试纸放在试管口的上部检查出来。

蛋白质分子中的硫, 在强碱中加热时, 则可转变为硫化物(例如硫化氢), 逐渐脱下。硫化物可与硝酸(或醋酸)铅生成暗棕色或黑色的硫化铅, 使溶液显棕色。若硫含量很高时, 则有黑色的硫化铅沉淀自溶液中析出。

(三) 实验材料及用具:

量筒 试管及试管架 酒精灯 火柴 蛋白质溶液
10%硝酸铅或醋酸铅溶液 30%氢氧化钠溶液 红色石蕊试纸

(四) 方法及步骤:

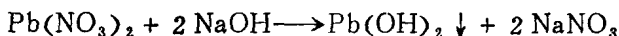
取1.5毫升蛋白质溶液, 放在一支干净试管里, 加入二倍体积的30%氢氧化钠溶液, 充分混合后, 在酒精灯上煮沸

2~3分钟,此时即有沉淀析出(有时只有少量沉淀析出)。继续沸腾时,沉淀又可溶解并有氨气放出。若用一块润湿的红色石蕊试纸放在试管口的上端,可看到试纸由红色变为蓝色。

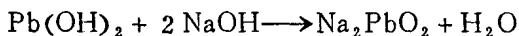
取1毫升10%硝酸(或醋酸)铅溶液,加入上述热的强碱性混合液中,继续加热,随着蛋白质分子中的硫的释放,溶液逐渐变为棕色或黑色或有黑色沉淀产生。

(五) 讨论:

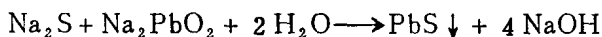
当硝酸(或醋酸)铅溶液加入碱与蛋白质的混合物时,生成的白色沉淀主要是氢氧化铅:



氢氧化铅是两性化合物,故又可与碱作用,生成铅酸钠。



组成蛋白质的二十种氨基酸中,有些氨基酸含有硫(例如半胱氨酸,胱氨酸等),与碱共热时,其中的硫可转变为二价硫(如 Na_2S)离子,硫离子可与铅酸钠作用,生成黑色的硫化铅:



白明胶(是一种分子量比较小的蛋白质)中几乎不含硫,所以与碱性的硝酸铅溶液不发生明显的颜色反应。角蛋白(例如毛、发、角、蹄)中含硫特别多,所以能与碱性硝酸铅溶液发生明显的颜色反应。

蛋白质溶液浓度愈大,与碱作用生成的氨也愈多,气味就愈浓。

(六) 实验记录及结果:

取_____蛋白质溶液_____毫升,加入30%氢氧化钠溶

液____毫升，混合后加热____分钟，有____味的气体放出，该气体能使红色石蕊试纸变为____色。

在蛋白质与氢氧化钠的热混合物中，加入10%____铅溶液____毫升，加热____分钟，溶液变为____色，____沉淀生成。

(七) 思考题:

为什么用红色石蕊试纸检验氨的存在时，要用水把它沾湿？

实验三 蛋白质的双缩脲反应

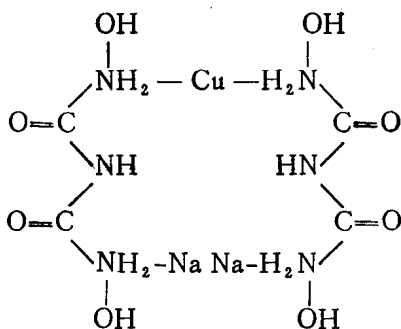
(一) 实验目的:

验证蛋白质分子中有肽键结构的存在。

(二) 实验原理:

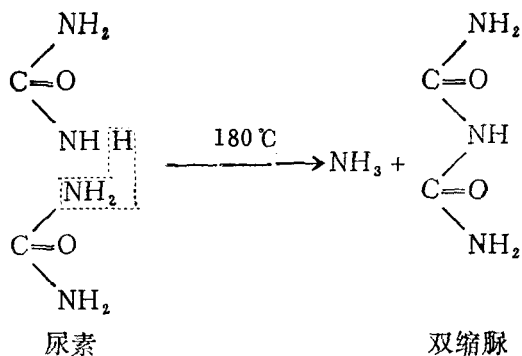
分子中有肽键 ($\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{—NH—}$) 结构的化合物如双缩脲

($\text{NH}_2\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{—NH—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{—NH}_2$)，在碱性溶液中，能与硫酸铜形成复杂的化合物：



铜—钠—双缩脲络合物

使溶液显紫红色。这个显色反应叫双缩脲反应。双缩脲可以用尿素为原料，通过加热的方法来制取：



构成蛋白质的氨基酸，主要有二十种。它们之间，主要是通过肽键相结合的，其结构与双缩脲的结构相似，所以，蛋白质在碱性溶液中，也能与硫酸铜发生双缩脲反应，使溶液显紫红色。

(三) 实验材料及用具：

试管及试管架 酒精灯 药匙 量筒 尿素晶体
 10%氢氧化钠溶液 1%硫酸铜溶液 蛋白质溶液

(四) 方法及步骤：

取约半药匙尿素结晶，放在一支干燥试管中，在酒精灯上用微火加热，使尿素溶解。用一片潮湿的红色石蕊试纸放在试管口顶部。由于氨气的放出，可使红色石蕊试纸变成蓝色。

把溶解的尿素继续加热到开始硬化时，停止加热，并使试管冷却，便可得到双缩脲。

向含双缩脲的冷却试管中，加入10%氢氧化钠溶液1毫升，振荡混合均匀后，再加入1%硫酸铜溶液一滴（注意：

切不可多加，否则生成蓝色的氢氧化铜能掩盖紫红色），再振荡，则有紫红色出现。

向另一支试管加入蛋白质溶液 1 毫升，10% 氢氧化钠溶液 2 毫升，摇匀后，再加入 1% 硫酸铜溶液两滴，随加随摇，则有类似于双缩脲反应的紫红色出现。

取少量羊毛，用肥皂洗净，放入一支试管中，加入 4 毫升 10% 的氢氧化钠溶液，小心加热，并用玻璃棒搅动，直到羊毛完全溶解为止。然后取出 2 毫升放入另一支试管中，加入 1% 硫酸铜溶液两滴，摇匀，溶液显紫红色。

(五) 讨论：

除具有肽键 ($\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \parallel \quad | \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$) 的物质能发生双缩脲反应

外，具有 $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \parallel \quad / \quad \backslash \\ -\text{C}-\text{N} \end{array}$ ， $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad / \quad \backslash \\ -\text{C}-\text{N} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ， $\begin{array}{c} \text{S} \quad \text{H} \\ \parallel \quad / \quad \backslash \\ -\text{C}-\text{N} \\ \quad \quad \quad \backslash \\ \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$ 结构的

化合物也能发生此反应。

双缩脲反应的颜色深浅，与化合物分子中肽键的多少有关。肽键愈少，颜色愈浅，愈接近浅红色；反之颜色愈深，愈接近紫蓝色。当蛋白质彻底水解为氨基酸后，双缩脲反应消失，这就充分证明构成蛋白质分子的氨基酸，主要是通过肽键互相连接的。

用加热尿素的方法制备双缩脲时，若强烈加热，则有三聚氰酸及异三聚氰酸生成，同时二者构成一个动态平衡：