

基于科学史实的“光合作用的过程”概念教学设计

仇敬运 陈丹霞 (江苏省丰县民族中学 徐州 221700)

摘要 在“光合作用的过程”的教学中,光反应和暗反应过程是教学的重点和难点,以科学史为依据,引导学生分析、比较、归纳相关概念,取得了较好的教学效果。

关键词 光合作用 科学史 光反应 暗反应 概念教学 高中生物学

1 教材分析

苏教版高中生物学教材必修1《分子与细胞》第4章第2节“光合作用”第3部分是“光合作用的过程”。这节课是在学生学习了光合作用的发现科学史和光合色素的提取和分离的基础上,继续深入探索的一节重要内容,本节内容既是本章的重点和难点,也是整个高中生物学教学中的重点和难点。理解光合作用的过程不仅能帮助学生掌握现代农业中提高产量的基本原理,也有助于学生认同绿色植物在改善地球生态环境中所起的重要作用。

2 教学目标

基于课程标准的内容要求、学业要求和学业质量标准,并围绕培养学生核心素养的要求制订了如下教学目标:

(1) 通过观察、比较、归纳和总结等教学活动,复习巩固叶绿体的基本结构,能够说出光合作用的光反应和暗反应过程发生的场所,形成结构和功能观;通过小组合作讨论、归纳和构建光反应和暗反应过程的概念图解,形成物质和能量观等生命观念。

(2) 通过阅读、分析、讨论科学史实资料,依托问题驱动,逐步认同光反应和暗反应过程中的物质变化和能量变化,训练学生科学思维。

(3) 通过观看科学界有关光合作用的最新研究视频等科学史实资料,激发学生探究未知世界的兴趣动机,学习科学探究的一般方法,养成科学探究意识,懂得科学探究永无止境。

3 教学过程

3.1 创设情境,导入新课 学生观看“海蛞蝓的光合作用”视频(图1),并利用自制的叶绿体模型讲解叶绿体的结构和成分。

设计意图:观察海蛞蝓细胞因为摄入了藻类的叶绿

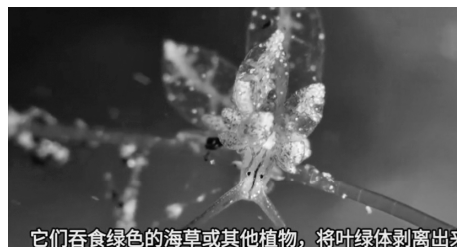


图1 摄入藻类叶绿体的海蛞蝓

体以及整合藻类的基因而获得光合作用能力的现象,激发学生的探究欲望,引导学生成为课堂问题提出和解决的主体。通过讲解叶绿体的结构和成分,一方面可以复习巩固旧知识,另一方面也能引导学生基于结构和功能观去探究生命现象。

3.2 借助前概念,初步形成光反应概念 教师提供以下科学史实资料群,引导学生分析问题:

资料1:1940年前后,英国植物学家希尔发现,在离体叶绿体的悬浮液中加入铁盐(悬浮液中有 H_2O ,没有 CO_2)经过光照后发现, Fe^{3+} 被还原为 Fe^{2+} ,同时离体的叶绿体释放出 O_2 。

资料2:1954年,美国科学家阿尔农发现,在光照无 CO_2 的条件下,向叶绿体悬浮液中供给ADP、Pi和 $NADP^+$ 时,会有ATP和NADPH产生($NADP^+$ 与 H^+ 和电子结合生成NADPH);1957年,阿尔农发现这一过程总是与水的光解相伴随。

资料3:科学家从植物叶片中分离出叶绿体,然后破坏叶绿体膜,离心得到类囊体为绿色和基质为淡黄色两部分。分别向两部分提供水,并给予光照,结果:类囊体部分产生氧气,而基质部分没有氧气产生。

教师提出问题:①通过资料1,说出能得出的实验结论;②结合资料1和资料2,说明叶绿体中发生的物质变化和能量变化;③结合资料3,说出能得出的实验结论。

主要参考文献

- [1] 郑涛. 生物安全学[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 144.
[2] 杨旭, 梁慧刚, 沈毅, 等. 关于加强我国高等级生物安全实验室体系规划的思考[J]. 中国科学院院刊, 2016, 31(10): 1248-1254.
[3] 石锦浩, 黎爱军. 人类遗传资源管理与生物安全现状[J]. 解放军医院管理杂志, 2019, 26(8): 712-714.

- [4] 宗咏花, 达娃扎巴. 浅谈藏西医对病毒性传染病的不同认识[J]. 中西医结合心血管病杂志, 2017, 5(24): 181.
[5] 曹洁梅, 罗荣兰, 梁海韵, 等. 某医科大学学生对实验室生物安全认知情况的调查分析[J]. 中国自然医学杂志, 2008, 10(4): 279-281. ◆

设计意图:通过引导学生逐步分析科学史,循序渐进地得出结论:资料1说明,在光照条件下,叶绿体产生 O_2 和还原性物质,因为该过程需要光,因此称为光合作用的光反应阶段;资料1和资料2进一步说明伴随水的光解产生的还原性物质为 $[H]$,另外ADP和 P_i 形成了ATP;资料3说明光反应阶段发生的场所是叶绿体类囊体薄膜,而非叶绿体基质。学生通过逐步分析科学史,慢慢逼近科学真相。

3.3 创设陌生情境图 整合光反应概念 教师展示类囊体上的物质和能量转化图,结合资料1、资料2和资料3提出以下问题任务:①小组合作,写出物质变化过程和能量变化过程;②小组合作,在黑板或者白板上构建光反应过程的概念图;③小组讨论,光反应中产生的物质和能量的去路有哪些途径。

设计意图:在光反应阶段初探的过程中,学生通过对多个科学史资料的分析,得出了多个有关光反应的小概念,如果不对这些小概念进行归纳整合,很容易使学生产生的概念碎片化。教师通过让学生观察叶绿体类囊体膜上物质和能量变化图,将这些知识概念构建为概念图,整合生成完整的光反应这个重要概念,为构建光合作用这个大概概念做充分的铺垫。

3.4 延伸光反应,初探暗反应 教师提供以下科学史实资料:

资料4:科学家发现光反应生成的ATP和 $[H]$ 会在碳反应中被消耗。我国科学家曾经尝试在光照不变的条件用药物提高光反应中ATP的生成效率,发现碳反应中有机物的生成速率也随之大幅提高。

教师提出问题:结合资料4,说明光反应和暗反应之间的联系。

设计意图:通过对光反应的探究,学生已经掌握光反应为暗反应提供了ATP和 $[H]$,这点可以通过资料4进一步加以论证支撑;同时也引入了中国科学家的研究史实,培养学生的爱国主义情怀。

3.5 创设科学史实资料群,整合暗反应概念 教师提供如下科学史资料群:

资料5:1946年,卡尔文(Calvin)领导的研究小组给小球藻提供 $^{14}CO_2$ (同位素标记),光照不同时间后杀死细胞,观察 ^{14}C 在叶绿体基质的哪种化合物中,以确定 CO_2 参与反应的最初产物。当把反应时间缩短为几分之一秒时,小球藻中只生成一种有放射性的物质:一种三碳酸(C_3),在5秒钟的光照后,卡尔文等同时检测到了含有放射性的五碳化合物(C_5)和六碳糖(C_6)。

资料6:后来卡尔文的研究小组经过实验发现,如果在光照下突然中断 CO_2 的供应,三碳酸的量急剧减少,而一种五碳化合物的量增加。

教师提出问题:①结合资料5,说出碳反应中 CO_2 转化成的第一个产物;写出C原子的转移过程(物质之间用箭头相连);②结合资料6,说出 CO_2 是与什么物质发生反应生成第一产物的。

设计意图:资料5旨在启发学生学习科学家的研究生命现象的方法:同位素标记技术以及在光照不同时间后用热酒精杀死细胞、使酶失活的研究方法,同时深度思考C原子的转移过程: $CO_2 \rightarrow C_3 \rightarrow$ 五碳化合物(C_5)和六碳糖(C_6);资料6则是在学生写出C原子转移过程之后,进一步推理出 CO_2 与 C_5 形成 C_3 ,进而得出卡尔文循环过程。

3.6 构建光合作用过程概念图 概念图是一种用节点代表概念,连线表示概念间关系的图示法。教师给每个小组提供一块白板、贴磁条的纸片,引导学生在白板和黑板上构建光合作用概念图(图2),安排一个小组展示并讲解。

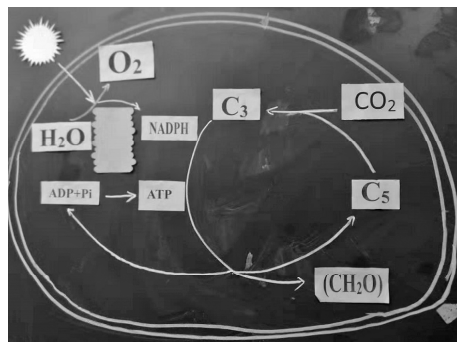


图2 学生构建的光合作用概念图

设计意图:在概念教学过程中,适当的采用构建概念图的方式,不仅可以帮助学生联系新旧知识,形成知识网络,而且还能让学生理解并建立各个概念之间的关联,整合并生成完整的科学概念。

4 教学反思

《普通高中生物学课程标准(2017年版)》提出:细胞的生存需要能量和营养物质这一大概概念,光合作用是这一大概概念下重要概念之一。在学习这一概念时,教师尽量提供科学家的研究史,尽可能还原科学家的探究过程,让学生像科学家一样去探究光合作用的过程。学生不仅能够分析、归纳和概括科学史资料中提供的信息,形成一些次位概念,构建概念图形成重要概念,最终完善大概概念,而且科学探究能力和科学思维能力得以发展。今后学生一旦遇到陌生复杂的问题情境,就会像科学家一样去思考、探究和创造。

(基金项目:江苏省徐州市“十三五”规划2018年度课题“基于‘5E’模式下的生物核心素养在高中课堂中‘落地’研究”,No. GH-13-18-L135) ◆