

“光合作用——C₃植物和 C₄植物”教学难点的化解

陈树俊 (广西北海市合浦第二中学 536100)

刘杭昆 (广西贺州市第二高级中学 542800)

高三《生物》选修教材“C₃植物和 C₄植物”一节中,关于 C₃植物和 C₄植物在叶片结构上的区别以及 C₃植物光合作用的特点,是教学的重点和难点,如何通过有效的课堂教学去化解此教学难点?本文介绍如下。

1 介绍光合作用 C₃途径和 C₄途径的科学史,引导学生分析和得出结论

光合作用很早就吸引了许多科学家的兴趣,如在必修教材中涉及到的海尔豪特、普利斯特利、萨克斯、恩吉尔曼、鲁宾和卡门等,其中美国化学家卡尔文因揭示了植物光合作用暗反应的机理而获得了 1961 年的诺贝尔化学奖。教师提供“卡尔文 (Melvin Calvin 1911~1997)与地球上最重要的化学反应”相关材料:

1940年,鲁宾 (S Ruben)和卡门 (M Kamen)发现了碳的长寿命同位素 ¹⁴C 使卡尔文有了一种理想的工具来追踪二氧化碳是如何在暗反应中一步步变成碳水化合物。在卡尔文的研究过程中, ¹⁴C 成了主要工具,发挥了特别重要的作用。

卡尔文在一个装置中放入进行光合作用的小球藻悬浮液,注入普通的二氧化碳,然后按照预先设定的时间长度向装置中注入 ¹⁴C 标记的二氧化碳,在每个时间长度结束时,杀死小球藻,使酶反应终止,提取产物进行分析。他通过色谱分析法发现当把光照时间缩短为几分之一秒时,磷酸甘油酸 (C₃) 占全部放射性的 90%,这就证明了磷酸甘油酸 (C₃) 是光合作用中由二氧化碳转化的第一个产物。在 5 秒钟的光合作用后,卡尔文找到了含有放射性的 C₃、C₅ 和 C₆。

卡尔文在实验中发现光照下 C₃ 和 C₅ 很快达到饱和并保持稳定。但当把灯关掉后, C₃ 的浓度急速升高,同时 C₅ 的浓度急速降低。如果在光照下突然中断二氧化碳的供应,则 C₃ 就积累起来, C₅ 就消失。

引导学生分析材料,结合所学内容回答问题:①在文中,卡尔文运用了哪些研究方法? (放射性同位素标记法)②被标记的碳元素首先出现在哪一种化合物中? (磷酸甘油酸, C₃)③文中的最后一段说明了什么问题? (C₅ 是二氧化碳的受体, C₃ 是二氧化碳固定后的产物)

教师复习总结 C₃植物暗反应特点,只有 C₃途径 (Calvin 循环) 即光合作用中 CO₂ 固定后的最初产物是三碳化合物的 CO₂ 同化途径。

接着介绍 C₄植物的发现过程:澳大利亚科学家

M D Hatch 和 C R Slack 在研究玉米、甘蔗等原产热带地区的绿色植物发现,当向这些绿色植物提供 ¹⁴C 时,光合作用开始后的 1 秒内, 90% 以上的 ¹⁴C 出现在含有四个碳原子的有机酸 (C₄) 中,随着光合作用的进行, C₄ 中的 ¹⁴C 逐渐减少,而 C₃ 中的 ¹⁴C 逐渐增多。

学生分析上述材料,结论:说明在这类绿色植物的光合作用中, CO₂ 中的 C 原子首先转移到 C₄ 中,然后才转移到 C₃ 中。1960 年, Hatch 和 Slack 证实甘蔗固定 CO₂ 后的初产物是草酰乙酸 (四碳二羧酸), 故称该途径为 C₄途径 (Hatch-Slack 途径)。

2 教师引导学生阅读课文理解 C₃植物、C₄植物的概念和常见的种类

只具有 C₃途径的植物称 C₃植物。例如:小球藻、菠菜、大豆、水稻、小麦、棉花、菠菜、青菜, 木本植物几乎全为 C₃植物。

具有 C₄固定 CO₂途径加 C₃途径的植物叫 C₄植物。有 7500 种, 占陆生植物的 3%。如玉米、高粱、甘蔗、苋菜、黍与粟等 (展示图片), 大多为禾本科杂草, 农作物中种类较少。

3 通过用显微镜观察 C₃植物 (如小麦) 和 C₄植物 (如玉米) 叶片的永久横切片, 并观察模式图, 使学生识记 C₃植物和 C₄植物在叶片结构上的区别, 并以此了解 C₄植物光合作用的特点

课堂讨论: C₃植物和 C₄植物的叶片结构有哪些不同?

师生互动: 结合教材图 2-3 和图 2-4 及多媒体课件分析 C₃和 C₄植物叶片结构的区别并将观察结果记录于下表。

植物种类	维管束鞘细胞		鞘外叶肉细胞	
	细胞大小	是否含有叶绿体	排列	是否含有叶绿体
菠菜叶横切 (C ₃)				
玉米叶横切 (C ₄)				

教师补充:通过研究发现, C₃植物的维管束鞘细胞含有没有基粒的叶绿体,这种叶绿体不仅数量多,而且体积大。 C₃植物和 C₄植物之所以具有不同的固定 CO₂ 的途径与两者的结构有密切关系。

学生以学习研究小组为单位分析选修教材中关于 C₄植物光合作用特点示意图, 结合必修教材填写下表:

人教版高中生物学新教材中“问题串”的教学处理

李克刚 (江苏省东台中学 224200)

人教版高中生物学新教材章节编排有一个鲜明的特色,就是大量运用了“问题串”。从“问题探讨”到“本节聚焦”,从教材正文到“思考与讨论”以及“资料分析”等栏目,大多设计了 3~4 个问题,构成了问题串。以问题串的形式来引导学生步步深入地分析问题、解决问题、建构知识、发展能力,无疑对生成性课堂的构建大有裨益,但在实践课堂教学中,针对具体的教学内容和学生知识、能力的实际,对教材中的“问题串”进行恰当地处理与优化,能更有效地开展教学活动,达到更好的教学效果。本文拟就人教版教材正文中的部分“问题串”进行的教学处理谈几点做法。

1 将“问题串”生活化,激发学生求知欲望

必修 1 第 6 章第 4 节“细胞的癌变”一节正文中设计的“问题串”是:“为什么癌症对健康的危害极大?引起细胞癌变的因子有哪些?致癌因子为什么会导 致细胞癌变呢?怎样预防癌症?”从教材呈现的“问题串”来看,这四个问题对引导学生学习和把握细胞的癌变有极其重要的指导作用,但并没有很好地与学生日常生活实际联系起来。生物科学与人们的日常生活、医疗保健、环境保护等方面密切相关,课程标准注重使学生在现实生活的背景中学习生物学。把教材中的“问题串”与学生生活实际或学生现有的生活经验联

系起来,为“问题串”提供生活背景,不仅能营造轻松活泼的教学气氛,而且有利于激发学生旺盛的求知欲,往往会达到事半功倍的教学效果。基于上述考虑,我对“细胞的癌变”一节呈现的“问题串”做了两点生活化的处理:①课前,让学生围绕“癌症”这一大题目进行社会调查,具体专题各人自定。②将教材中的问题再设计成生活化的问题串:你知道一般癌症患者的寿命有多长?癌症患者手术摘除后为什么要继续化疗?为什么孕妇不能经常接受 X 光检查?为什么要少吃腌制食品?吸烟为什么有害健康?我们怎样科学地生活才能降低癌症的发病率?通过对“问题串”的生活化处理,将学生的思维聚焦到自身的日常生活,让他们能从日常生活中发现问题,并自发地去探究、解决问题。上课时,我先用多媒体呈现从市卫生部门了解到的各种疾病导致死亡人数统计表、近几年癌症患者人数统计表,再让学生结合自己的社会调查及对生活中癌症的了解,讨论癌症对人类生活的影响。通过交流讨论,学生深切地感受到:癌症是威胁人类健康的一大杀手,目前癌症患者逐年增多,人们为什么会谈癌色变。自然产生了想进一步了解癌症并征服癌症的强烈愿望。

2 将“问题串”精细化,培养学生自学能力

人教版教材中的“问题串”往往是由教学内容概

植物种类	CO ₂ 的受体	CO ₂ 固定后的产物	CO ₂ 固定后的场所	CO ₂ 还原的场所	ATP 和 NADPH 的作用对象	暗反应的途径
C ₃ 植物						
C ₄ 植物						

师生总结上表,得出结论:① C₄ 途径的 CO₂ 的受体是磷酸烯醇式丙酮酸 (PEP), CO₂ 与 PEP 结合生成 C₄ 的场所是叶肉细胞的叶绿体。② C₄ 形成后进入维管束鞘细胞释放 CO₂, CO₂ 与 C₃ 结合生成 2 C₃ 进行 C₃ 途径。③ C₃ 植物仅在叶肉细胞的叶绿体内进行 C₃ 途径, C₄ 植物既在叶肉细胞的叶绿体内进行 C₄ 途径又在维管束鞘细胞的叶绿体内进行 C₃ 途径。叶肉细胞的叶绿体内含有基粒但不积累淀粉。维管束鞘细胞中叶绿体很大,没有基粒但含有大的淀粉粒;

师生总结概括: C₄ 植物固定 CO₂ 的 PEP 羧化酶与 CO₂ 的亲合力比 C₃ 途径中 C₃ 羧化酶与 CO₂ 的亲合力高 60 倍。因此, C₄ 植物能够把大气中含量很低的 CO₂ 以 C₄ 的形式固定下来,并运输到维管束鞘细胞的叶绿体中供 C₃ 途径利用。在热带的高温地区及在夏季炎热的中午,叶片气孔关闭, C₄ 植物能够利用叶片内细

胞间隙中含量很低的 CO₂ 进行光合作用。 C₄ 植物比 C₃ 植物更适于生活在温度较高的热带地区, C₄ 植物比 C₃ 植物在进化上更高等。

4 视野拓展: C₃ 植物中 C₄ 途径的发现

随着研究的日益深入,科学家们发现 C₃ 植物和 C₄ 植物的区分并非绝对的。Duffus 等 (1973) 报道在 C₃ 植物大麦颖片中,具有高于叶片中的 PEPCase 含量,而 PEPCase 是 C₄ 途径的关键性酶,因此提出了 C₃ 植物中可能有 C₄ 途径的存在。在粟米草属中同一植物内可同时存在光合作用的 C₃ 和 C₄ 途径,嫩叶属 C₃ 途径,老叶属 C₄ 途径,中部叶属于中间类型。在其他 C₃ 植物中,亦发现有 C₄ 途径的存在。因此,高等植物 CO₂ 的两种类型代谢途径, C₃ 和 C₄ 途径不是截然分开的,而是相互联系的,在一定条件下可以相互转化的。