

文件编号: 1003 - 7586(2018)01 - 0003 - 02

# 对高中生物学“光合作用暗反应”的几个问题的释疑

钱敏艳 (江苏省锡山高级中学 江苏无锡 214174)

**摘要** 对人教版高中生物教材中“光合作用暗反应”中的4个问题进行了探讨,对三碳化合物与五碳化合物是什么、水的生成与消耗、光合有机物的合成线路和ATP的利用进行了梳理。

**关键词** 高中生物 光合作用 暗反应

**中图分类号** G633.91

**文献标志码** B

人教版高中新课程生物教材《必修1·分子与细胞》中,“光合作用”是一节很重要的内容。教材利用图1对光合作用过程进行了简明扼要的介绍(图1)。

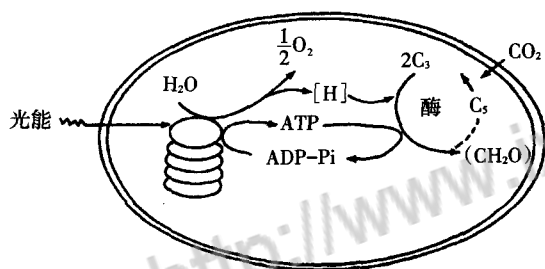


图1 光合作用过程

在教学过程中,笔者根据自身教学经验,总结了光合作用暗反应中几个知识点。

## 1 C<sub>3</sub>和C<sub>5</sub>

三碳化合物与五碳化合物,对于学生而言过于抽象,因为在此阶段,学生高中阶段的有机化学知识尚未开始学习,所以教师不宜直接告诉学生C<sub>3</sub>为3-磷酸甘油酸、C<sub>5</sub>为1,5-二磷酸核酮糖。教师如何向学生介绍C<sub>3</sub>和C<sub>5</sub>,是一个值得思考的问题。笔者采用了如下策略:先从学生熟悉的有机物乙醇开始,然后介绍丙醇,再介绍丙三醇(甘油、甘油酸),最后再到3-磷酸甘油酸(PGA),如图2所示。

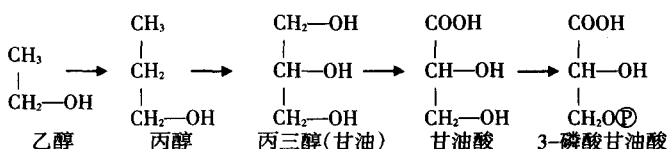


图2 逐次介绍3-磷酸甘油酸的过程

通过以上图示,学生对三碳化合物的理解比较具体,不再停留在感性认识阶段,印象也非常深刻。暗

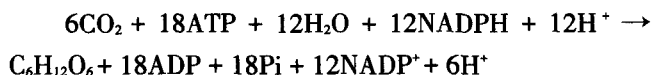
反应产生的3-磷酸甘油酸为CO<sub>2</sub>被固定后最先产生的三碳化合物。此外,卡尔文循环中的三碳化合物还有甘油酸-1,3-二磷酸、甘油醛-3-磷酸、二羟丙酮磷酸。对于1,5-二磷酸核酮糖(C<sub>5</sub>)的介绍,教师则简略处理,有兴趣的学生可课后查阅资料。

## 2 暗反应中水的生成

在教学过程中,经常会遇到如下反应式:



对光合作用过程中水的分解,学生容易理解,但对水的生成,则存在疑惑。学生一般认为,产物中的水是在暗反应过程中产生的。这种理解是不正确的。卡尔文循环分为三个阶段:羧化阶段、还原阶段和再生阶段。若以己糖(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)为产物,目前普遍接受的总反应式为:



从以上反应式中可以看出,暗反应阶段并没有产生水,而是消耗水。因为利用ATP需要从叶绿体基质中摄取水分,从而使磷酸基团从ATP上脱离下来。那么,在光合作用中,究竟有没有水的生成?答案是肯定的。ATP的合成是在光反应阶段,而合成ATP的过程会产生水。光反应阶段先分解12分子水,产生6分子氧气,其余的H<sup>+</sup>与电子进入电子传递链,随后在光合磷酸化阶段,ADP与P<sub>i</sub>生成ATP,产生水分子。合成1分子葡萄糖,一共产生18分子水,考虑到之前消耗的12分子水,净产生6分子水,这就是高中阶段光合作用常见总反应式中6分子水的来源。

## 3 光合产物(CH<sub>2</sub>O)的含义

在高中生物学教材中,光合的产物用(CH<sub>2</sub>O)表示。学生对此有诸多疑虑。教学过程中,如何让学生更好理解光合作用的产物,不同的教师面对不同的学

生有不同策略。教师首先要使学生认识到(CH<sub>2</sub>O)不是一种物质,只是有机物的一种代表符号。光合作用生产的有机物,最直接的是糖类。卡尔文循环产生的甘油醛-3-磷酸大部分用于C<sub>3</sub>(1,5-二磷酸核酮糖)的再生,另外一部分若在叶绿体内,则用于合成葡萄糖、淀粉;若运出到细胞质则可合成蔗糖。而其他光合产物则是通过糖代谢衍生而出。植物体内的有机物种类十分复杂,教师可简要梳理出一些重要有机物(脂类、蛋白质、核酸)的合成线路图,以帮助学生理解光合作用和植物体内的有机物代谢过程。

葡萄糖通过呼吸作用产生丙糖磷酸,后者可以转变为甘油和脂肪酸,进而合成脂肪。以脂肪酸的合成为例,葡萄糖通过糖酵解产生丙酮酸,进一步可以转变为乙酰辅酶A,高等植物在叶绿体基质中利用乙酰辅酶A在酶的作用下,合成饱和脂肪酸。植物不饱和脂肪酸的合成通过饱和脂肪酸的脱饱和作用实现,发生部位在叶绿体或内质网。脂肪代谢产生的甘油可以转变为己糖,脂肪酸代谢产生乙酰辅酶A,可再转变为糖。上述代谢流程简图如图3所示。

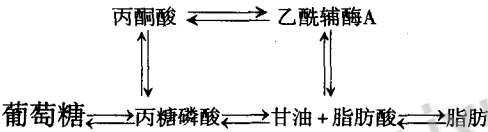


图3 脂肪的合成与分解

蛋白质的合成首先要合成基本单位氨基酸,卡尔文循环中产生的3-磷酸甘油酸可以转变为丝氨酸族氨基酸,糖类通过呼吸作用产生的磷酸烯醇式丙酮酸(PEP)、丙酮酸、 $\alpha$ -酮戊二酸、草酰乙酸等中间产物向氨基酸进行转变。代谢简图如图4所示。

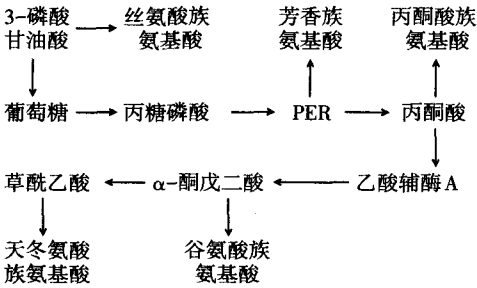


图4 氨基酸的合成

注意:图中的箭头不代表直接的反应步骤;丝氨酸族氨基酸包括丝氨酸、甘氨酸、半胱氨酸;芳香族氨基酸包括酪氨酸、苯丙氨酸、色氨酸;丙酮酸族氨基酸包括丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸;谷氨酸族氨基酸包括谷氨酸、鸟氨酸、精氨酸、脯氨酸、羟脯氨酸;天冬氨酸族氨基酸包括天冬氨酸、赖氨酸、甲硫氨酸、苏氨酸、异

亮氨酸。

核酸的合成也从糖代谢开始,通过磷酸戊糖途径,形成五碳糖。碱基则是由氨基酸及其代谢产物产生的。谷氨酰胺、天冬氨酸和甘氨酸等物质作为合成嘌呤环的前体,嘧啶环由氨甲酰磷酸和天冬氨酸合成。嘌呤核苷酸的合成是在5-磷酸核糖焦磷酸上完成嘌呤环的装配,再经过一系列酶促反应生成嘌呤核苷酸;嘧啶核苷酸则是先合成嘧啶环,再与磷酸核糖结合,最终生成各种嘧啶核苷酸,代谢简图如图5、图6所示。

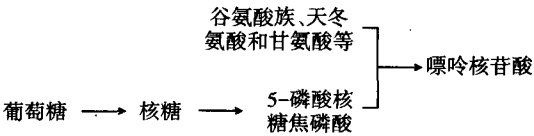


图5 嘌呤核苷酸的合成

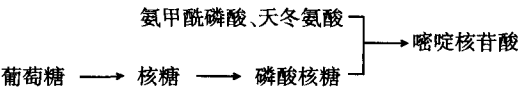


图6 嘧啶核苷酸的合成

除了上述有机物之外,植物体内还有许多其他有机物,如萜类、酚类、生物碱等。这些有机物的合成也是糖类等有机物通过不同代谢途径衍生出来的。由此可见,光合作用的产物从广义上来说,除了糖类之外,也包含了植物体内各种有机物。

#### 4 暗反应对ATP 的利用

光反应阶段产生的ATP,除了可用于卡尔文循环C<sub>3</sub>的还原(合成淀粉)之外,还可用于叶绿体内其他物质的合成,如叶绿体中的饱和脂肪酸的合成。叶绿体作为半自主性细胞器,其体内DNA的复制、RNA的合成、蛋白质的合成,都需要反应产生的ATP提供能量。此外,叶绿体中许多蛋白质在细胞质中的核糖体中合成,再运输到叶绿体内,进行进一步的加工与成熟,这些运输加工过程所需的ATP也来自光反应。

#### 参考文献:

[1] 邱念伟,王颖. 卡尔文循环中的细节问题[J].生物学通报,2011,46(9):15-19.  
[2] 潘瑞枳,王小菁,李娘辉. 植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2004:125-127.  
[3] 卢善发.植物脂肪酸的生物合成与基因工程[J].植物学通报,2011,17(6):481-491.  
[4] 王镜岩,朱圣庚,徐长法.生物化学教程[J].北京:高等教育出版社,2008:473-47.



知网查重限时 7折 最高可优惠 120元

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: [http://www.paperyy.com/reduce\\_repetition](http://www.paperyy.com/reduce_repetition)

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>

## 阅读此文的还阅读了:

1. [释疑几个中学化学问题](#)
2. [释疑学习热学时几个易混的问题](#)
3. [OPGW的几个力学特性问题释疑](#)
4. [高中有机化学中的几个问题释疑](#)
5. [氢键问题释疑](#)
6. [对“生态系统的能量流动”几个问题的释疑](#)
7. [与光合作用有关的几个问题的解析](#)
8. [高中生物学有关主动运输的几点释疑](#)
9. [对中医基础理论中几个问题的释疑](#)
10. [初中物理几个疑难问题释疑](#)
11. [关于薯片食品的几个释疑](#)
12. [使用3DS软件的几个问题释疑](#)
13. [一道概率问题的释疑](#)
14. [“气体性质”中的几个问题释疑](#)
15. [“气体性质”中的几个问题释疑](#)
16. [对原子物理中几个关键问题的释疑](#)
17. [热学几个易混问题的释疑](#)
18. [高中生物学中几个容易"混淆"的问题](#)
19. [高中有机化学中的几个问题释疑](#)
20. [高中生物学有关主动运输的几点释疑](#)
21. [当前《六韬》研究中几个问题释疑](#)
22. [关于“借助手表估测南北方向”几个问题的释疑](#)
23. [关于核衰变的几个问题释疑](#)
24. [关于玻尔理论的几个问题的释疑](#)
25. ["光合作用"一节教学中几个问题的探讨](#)

- [26. 对“能量之源——光与光合作用”一节教材中几个问题的认识](#)
- [27. 高中有机化学中的几个问题释疑](#)
- [28. 压力容器定期检验中几个问题的释疑](#)
- [29. 高中生物学“遗传与进化”模块知识释疑](#)
- [30. 对高中生物学“光合作用暗反应”的几个问题的释疑](#)
- [31. 互为反函数中几个似是而非的问题释疑](#)
- [32. 高中生物学中几个容易"混淆"的问题](#)
- [33. 一道概率问题的释疑](#)
- [34. 有关卫星运动几个问题的释疑](#)
- [35. 高中生物学有关主动运输的几点释疑](#)
- [36. 对两道有关光合作用试题的释疑](#)
- [37. 关于基因突变的几个难点释疑](#)
- [38. 对"人体生命活动的调节和免疫"一章中几个问题的释疑](#)
- [39. 有关光的本性几个问题的释疑](#)
- [40. 对生物学教学中几个问题的释疑](#)
- [41. 关于玻尔理论的几个问题的释疑](#)
- [42. 释疑电表读数问题](#)
- [43. 用等倾干涉检查平整度几个问题的释疑](#)
- [44. 关于“细胞呼吸”一节教学中几个问题的释疑](#)
- [45. 互为反函数中几个似是而非的问题释疑](#)
- [46. 关于绿色植物光合作用的几个问题的解读](#)
- [47. 高中生物学中几个典型问题的探讨](#)
- [48. 影响光合作用因素的几个问题](#)
- [49. 双水解反应的几个问题释疑](#)
- [50. 有关单摆几个问题的释疑](#)