

专题一 光合作用

光合作用一般指发生在绿色植物中（亦可是含叶绿素的生物中，如藻类）将二氧化碳和水合成为有机物的过程。

与化能合成作用不同，化能合成作用以二氧化碳为主要碳源，以无机含氮化合物为氮源，合成细胞物质，并通过氧化外界无机物获得生长所需要的能量。而光合作用则以阳光、水、二氧化碳为原料及条件在叶绿体上合成有机物

	光合作用	化能合成作用
生命载体	绿色植物 及 少部分低级生物	低级微生物
能量利用	光能	无机物氧化释放的化学能
原料及条件	光、水、二氧化碳（或硫化氢）	主要是二氧化碳或含氮化合物
产物	有机物、氧气（或氢气）	细胞物质
场所	叶绿体（或细胞质基质）	细胞质基质

A 光合色素和叶绿体

光合作用中捕获光能的色素主要分布在叶绿体类囊体薄膜上，主要用于吸收、传递和转换光能，其中叶绿素a和叶绿素b主要吸收蓝紫光 and 红光；胡萝卜素和叶黄素主要吸收蓝紫光。

由于叶绿体本身在细胞中体积较大且因色素呈现绿色，故在光学显微镜下观察时无需染色

与该节内容有关的实验是色素的提取和分离：

	方法	原理
提取	用无水乙醇或丙酮提取	叶绿体中的色素不溶于水，溶于有机溶剂
分离	纸层析法	叶绿体色素在层析液中的溶解度不同，色素随层析液在滤纸条上的扩散速度不同

步骤		注意事项	说明
提取	研磨	研磨时需添加适量无水乙醇、碳酸钙、二氧化硅	无水乙醇作为提取液，可溶解叶绿体素；二氧化硅有助于研磨得更充分；防止研磨中叶绿素被破坏
	过滤	用单层尼龙布过滤	

制备滤纸条	将滤纸条一段剪去两角，并在距这一段1cm处用铅笔画一条细线	剪去两角以保证色素在滤纸上扩散均匀，否则会形成弧形色素带
画绿野细线	用毛细吸管吸取色素滤液，沿铅笔线均匀画一条滤液细线，待滤液干后再画一两次	滤液细线要细而直；干燥后重复画几能使滤液细线有较多色素，又能使各色的起点相同
色素分离	层析时，不能让滤液细线触及层析液	滤纸条上将呈现四条颜色、宽度不同的

在滤纸条上呈现的四条色素带中：

从上到下依次是：胡萝卜素、叶黄素、叶绿素a 和 叶绿素b （胡黄AB）

颜色自上而下是：橙黄色、黄色、蓝绿色、黄绿色

色素带中最宽的是：叶绿素a 呈现蓝绿色

色素带中溶解度最大的是：胡萝卜素 呈现橙黄色

在实验结果中，若发现以下几种异常状况，说明：

① 滤纸条色素带颜色均较浅

- A. 未加二氧化硅，导致研磨不充分
- B. 一次性加入无水乙醇的量过少，提取液浓度过低
- C. 划滤液细线时次数过少

② 滤纸条下面两条色素带较浅（即叶绿素较少）

- A. 未加碳酸钙或加入过少，叶绿素被破坏
- B. 实验材料中叶绿素的含量较少（如泛黄的叶片）

③ 滤纸条色素带重叠

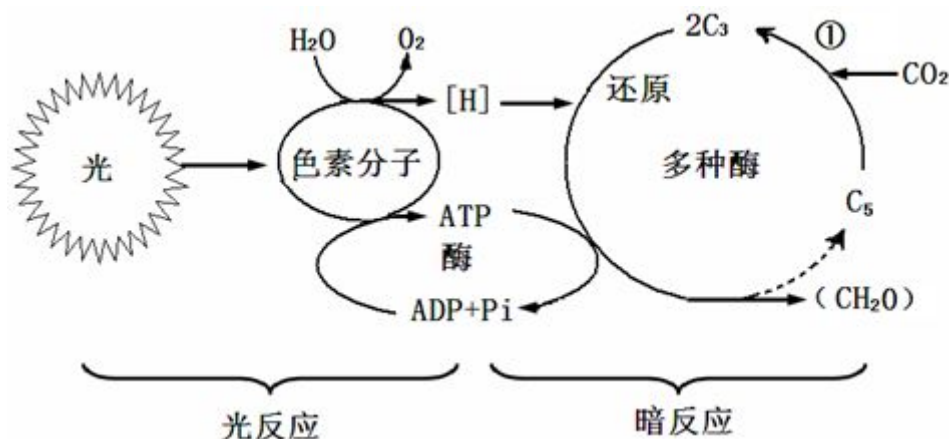
- A. 滤液细线过粗

④ 滤纸条看不见色素带

- A. 忘记画滤液细线
- B. 滤液细线浸入层析液，色素全部溶解到层析液中

叶绿体是进行光合作用的场所，有双层膜，其内含有由类囊体堆叠成的基粒，吸收光能的色素便分布在类囊体薄膜上；而叶绿体基质则是光合作用暗反应的场所。

B 光合作用的原理及应用



光合作用分为**光反应**和**暗反应**两个阶段。**光反应为暗反应提供了 $[H]$ 和ATP**，反应场所由**类囊体薄膜**转移到**叶绿体基质**。光合作用在光反应阶段将**光能**转化成ATP中活跃的**化学能**，最后在暗反应中**再转化成 (CH_2O) 中稳定的化学能**。

根据反应式，可以得知，当环境中二氧化碳含量减少时，则叶绿体中 C_3 的含量将降低， C_5 的含量将升高， $[H]$ 和ATP的含量将升高。

影响光合作用的因素：

① 外界因素

A. 光照强度和光质（光的质量）：温室大棚**适当补充光照可提高光合速率**；对温室大棚使用**无色透明玻璃最利于进行光合作用**。

B. 空气中的二氧化碳浓度：二氧化碳是光合作用的原料之一，主要**影响光合作用的暗反应阶段**。

C. 温度：主要**影响酶的活性**。

D. 土壤中水分的多少：水是光合作用的原料之一，**缺乏时首先会引起气孔关闭**，进而**影响二氧化碳进入细胞，从而影响光合速率**。

② 内部因素

不同植物或同一植物在不同发育期光合速率不同，其**主要影响因素是叶绿体的数量以及叶绿体中色素和酶的含量**。

需要注意，植物并非所有细胞都含有叶绿体，例如**表皮细胞、植物根部细胞中就没有叶绿体**，除此之外还有**分生区细胞**。

在全国乙卷中，可能会出现NADPH这一物质，它读作还原性辅酶，即还原氢或 $[H]$ 。在光合作用光反应阶段，它与水的分解密切相关，而最后又被用作还原剂进入暗反应。

C 科学史

1. 普利斯特利的实验

实验内容：密闭玻璃罩+绿色植物，观察蜡烛和小鼠的情况

- A 没有发现光在植物更新空气中的作用，而将空气的更新归因于植物的生长
- B 受当时科学发展水平的限制，没有明确植物更新气体的成分

2. 萨克斯的实验

实验内容：黑暗中饥饿处理的绿叶，部分曝光后加入碘

- A 该实验设置了自身对照，自变量为光的有无，因变量是颜色变化
- B 该实验的关键是饥饿处理，以使叶片中的营养物质消耗掉，增强了实验的说服力。为了使实验结果更明显，在用碘蒸气处理之前应用酒精对叶片进行脱色处理
- C 本实验除了证明光合作用的产物由淀粉外，还证明了光合作用的必要条件

3. 恩格尔曼的实验

实验内容：使用水绵和好氧菌分别在用极细光束和完全曝光的情况下观察好氧菌的分布情况

- A 结论：叶绿体是光合作用的场所，光合作用过程能产生氧气
- B 该实验设置极细光束和黑暗、完全曝光和黑暗两组对照。自变量为光照的有无，因变量为好氧菌聚集的位置

4. 鲁宾和卡门的实验

实验内容：同位素标记法分别标记水中的氧原子和二氧化碳中的氧原子

- A 该实验设置了对照，自变量是标记物质，因变量是氧气的放射性
- B 实验证明了光合作用的产物—氧气中的氧来源于水而不是二氧化碳