

第五章 细胞的能量供应和利用

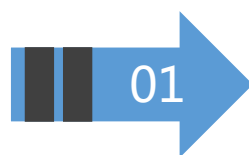


第5.4.1节 捕获光能的色素和结构

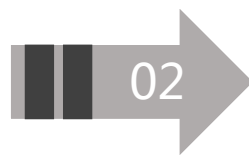




本节目标



捕获光能的色素



叶绿体的结构和功能



植物工厂



你参观或听说过植物工厂吗？植物工厂在人工精密控制光照、温度、湿度、二氧化碳浓度和营养液成分等条件下，生产蔬菜和其他植物。有的植物工厂完全依靠LED灯等人工光源，其中常见的是红色、蓝色和白色的光源。



讨论：

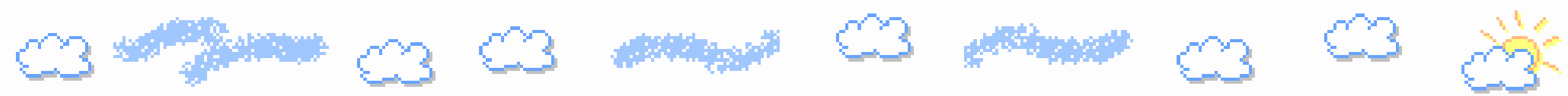
1. 靠人工光源生产蔬菜有什么好处？

2. 用人工光源可以避免由于自然环境中光照强度不足导致光合作用的限制。二氧化碳浓度、营养液和温度是影响植物生长的重要外部条件，因此要进行控制，以便让植物达到最佳的生长状态。温度和不同色光是调节，以使蔬菜产

在植物工厂里，人工光源可以为植物的生长源源不断地提供能量。在自然界，则是万物生长靠太阳。太阳光能的输入、捕获和转化是生物圈得以维持运转的基础。



光合作用是唯一能够捕获和转化光能的生物学途径。因此，有人称光合作用是地球上最重要的化学反应



叶片作为高等植物进行（ ）作用的主要器官通常都是绿色的，说明其中（ ）。

正常幼苗能进行
光合作用制造有
机养料。



白化苗不能进
行光合作用，
无法制造有机
养料。





捕获光能的色素和结构



正常的**绿色玉米**
幼苗可以生长

白化玉米幼苗，
待种子中储存的
养分耗尽就会死
去。

植物捕获光能依靠特定的
物质和结构：叶片中的色素

叶片中的**色素**有哪些**种类**，**含量**又是多少呢？**作用**是什么？



捕获光能的色素和结构

实验原理

提取：绿叶中的色素都能溶解于有机溶剂无水乙醇中。



分离：绿叶中的色素不只有一种，它们都能溶解在层析液中，但不同的色素溶解度不同。溶解度高的随层析液在滤纸上扩散得快；反之则慢。这样，绿叶中的色素就随着层析液在滤纸上的扩散而分开。

分离方法：纸层析法

方法步骤：见教材 P98-99

目的要求

1. 进行绿叶中色素的提取和分离
2. 探究绿叶中含有几种色素

材料要求

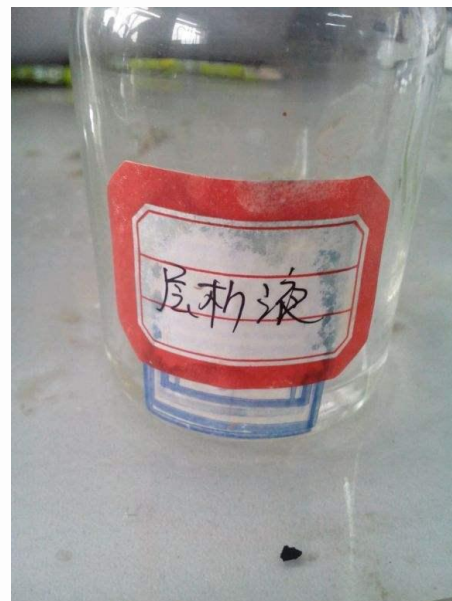


新鲜的绿叶（如菠菜的绿叶）

选材时应注意
选择**鲜嫩、色
浓绿、无浆汁**
的叶片如菠菜
叶、棉花叶、
洋槐叶等。



无水乙醇



层析液



二氧化硅



碳酸钙

实验步骤

1. 提取绿叶中的色素

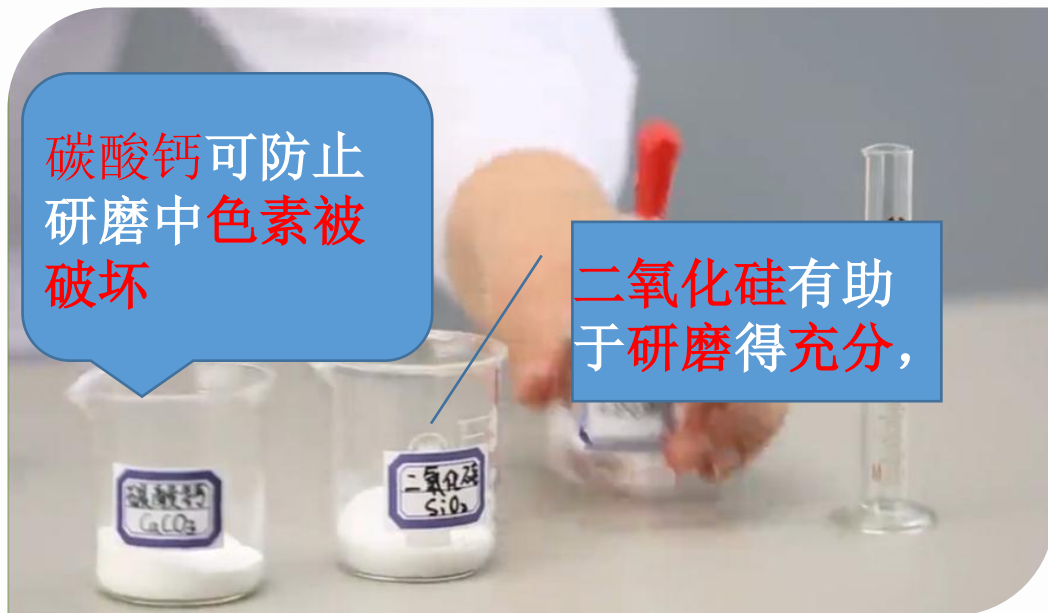
①称取**5g**的绿叶，**剪碎**，放入研钵中。



碳酸钙可防止
研磨中色素被
破坏

二氧化硅有助
于研磨得充分，

②放入少许**二氧化硅**和**碳酸钙** 再
放入**10 mL**无水乙醇





防止无水乙醇
挥发

③迅速、充分地研磨

叶绿体能够被充分破
坏，使得色素能充分
被释放出来

④将研磨液**迅速**倒入玻璃漏斗
进行过滤。

用**单层尼龙布**过
滤，过滤叶脉及
二氧化硅等并且
不吸附色素。

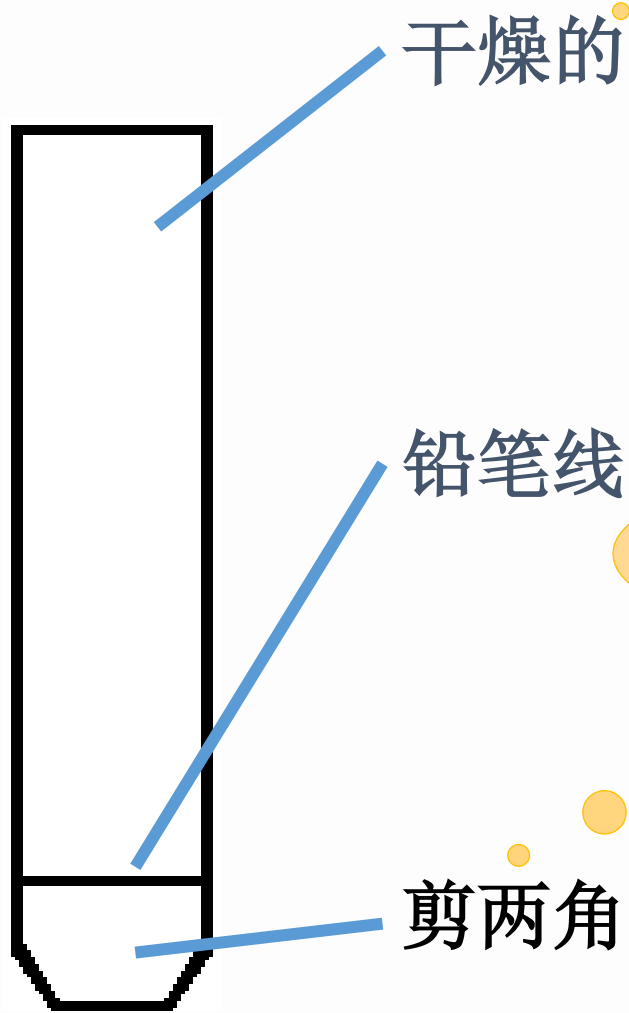


盛放滤液的试管用
橡胶塞塞紧，**防止**
无水乙醇的挥发



⑤收集滤液，**封口**。

2. 制备滤纸条

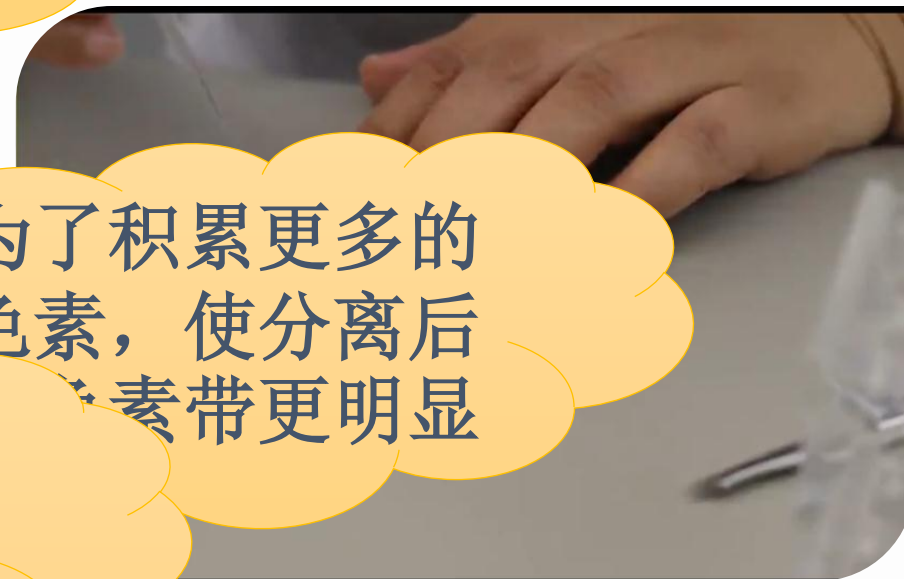


使层析液在滤纸条上扩散得快。

为了积累更多的色素，使分离后色素带更明显

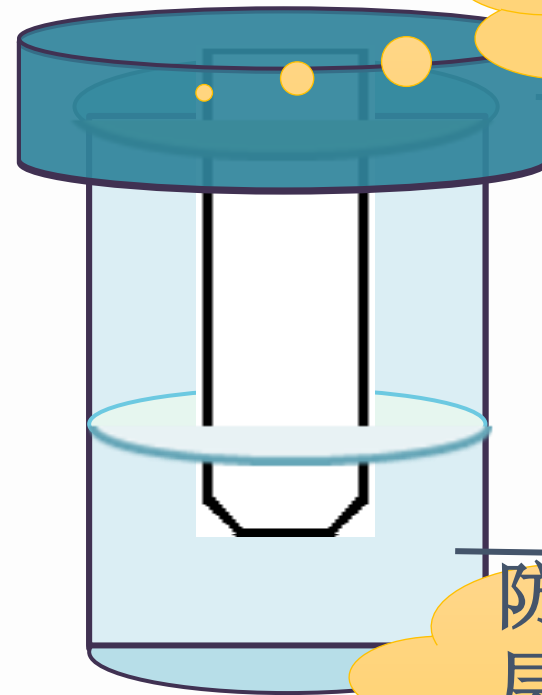
避免边缘效应，使层析液同步到达细线

要求：**细、直、齐**；**重复2—3次**



3. 分离绿叶中的色素

原理：溶解度高的色素随层析液在滤纸上扩散得快，反之则慢。



层析液为有毒性的挥发性物质

防止色素溶解在层析液中，无法分离

特别注意：层析液不能没及滤液线



LOADING...
DANGER ALARM
KEEP OUT

4. 结果分析

绿叶中的色素

类胡萝卜素
(含量约1/4)

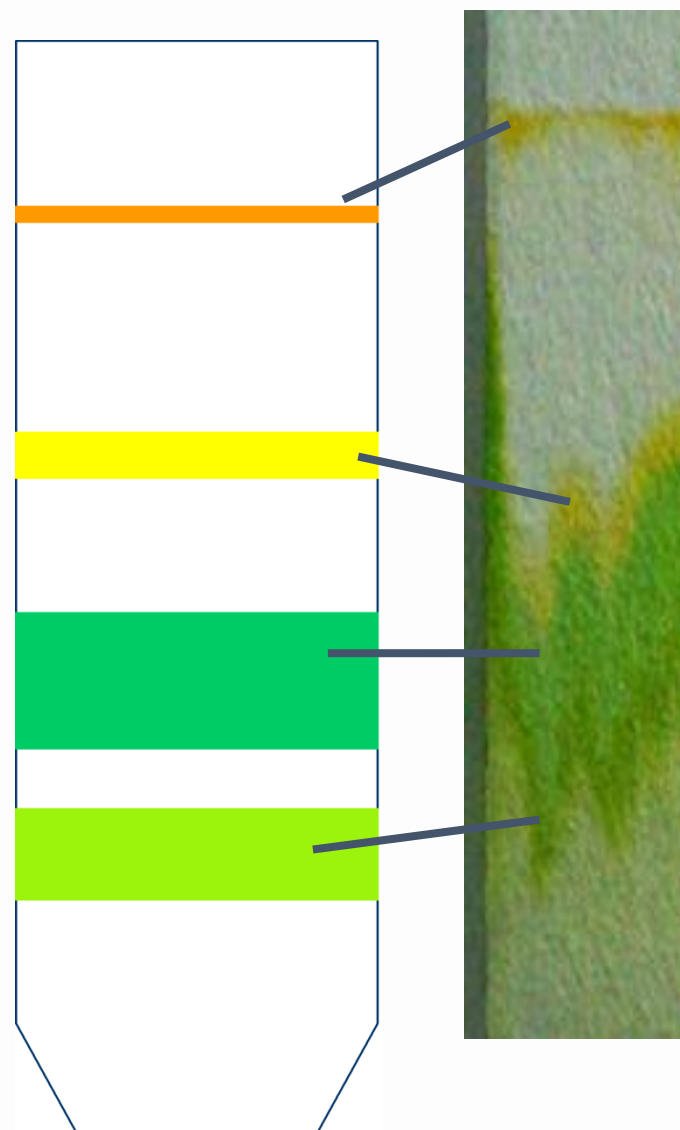
胡萝卜素 (橙黄色)

叶黄素 (黄色)

叶绿素
(含量约3/4)

叶绿素a (蓝绿色)

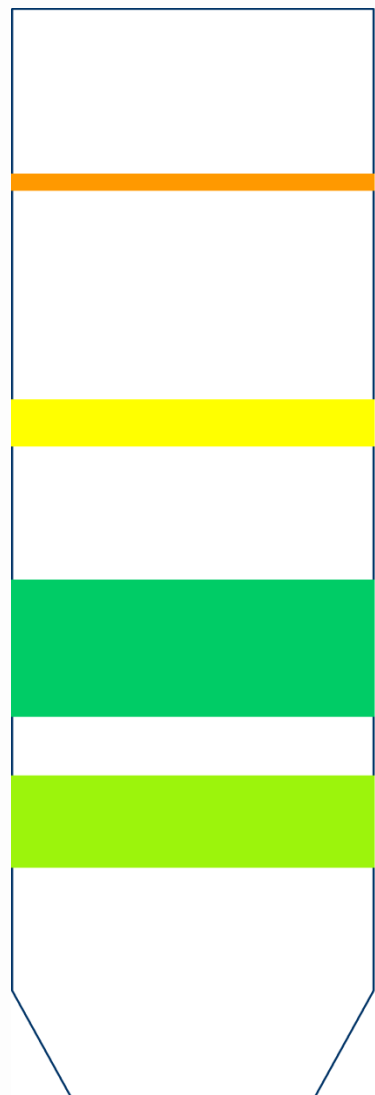
叶绿素b (黄绿色)



色素分布：叶绿体的内**囊体薄膜上**

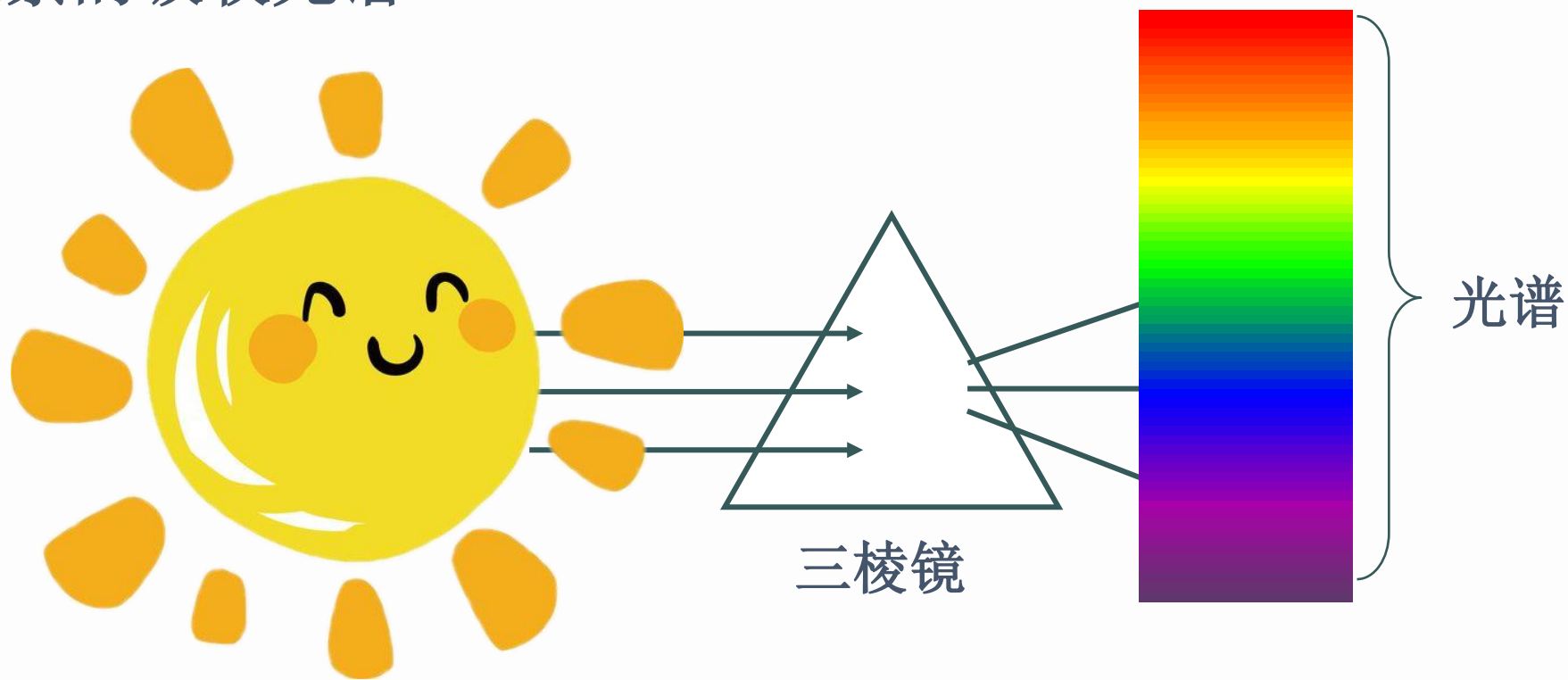
功能：**吸收、传递、转换光能**

实验结果

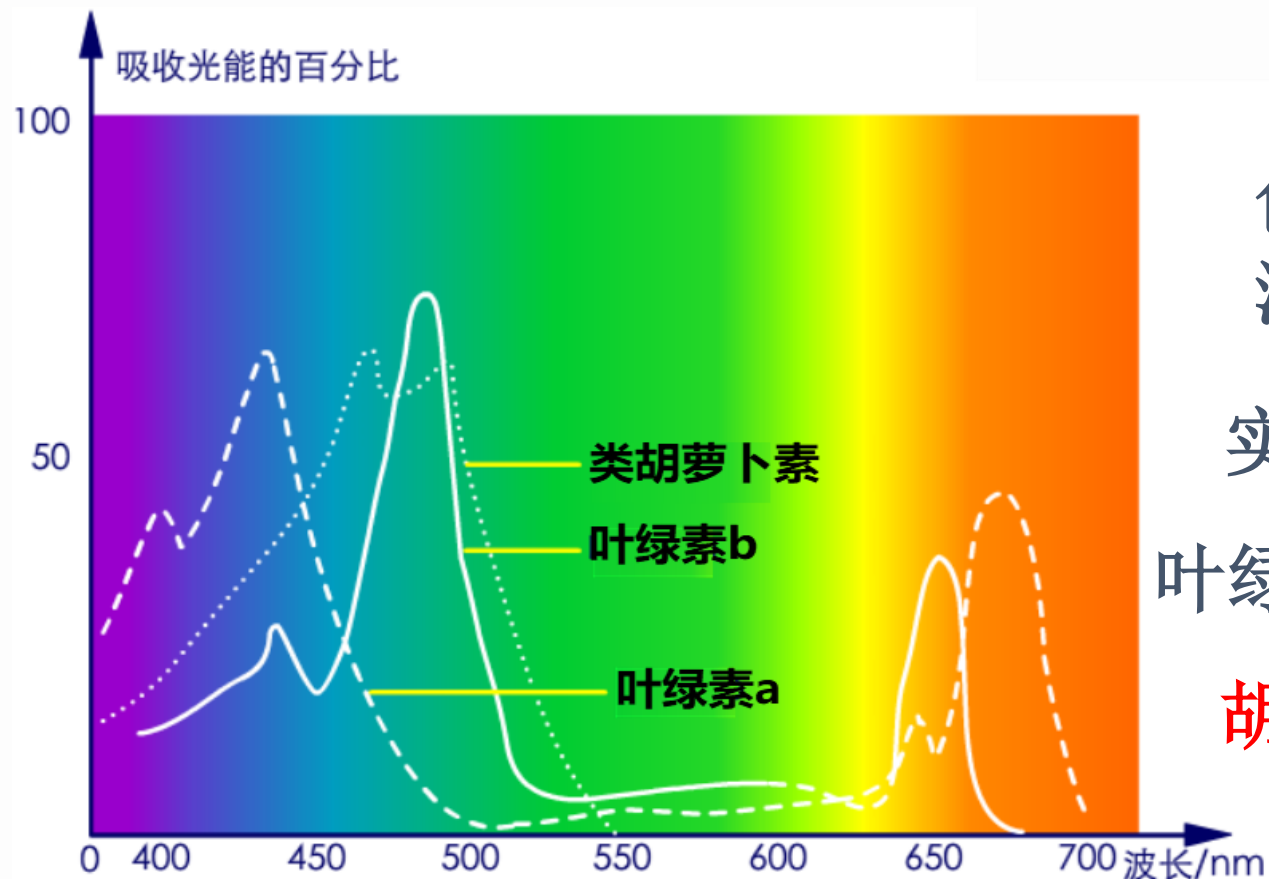
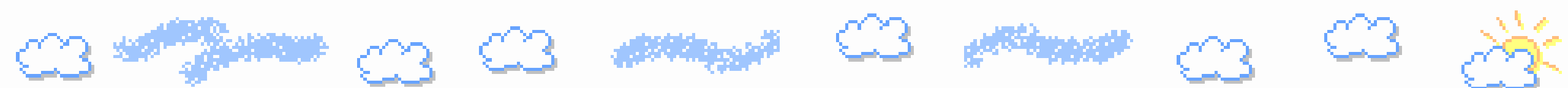


色素种类	颜色	含量	溶解度	扩散速度
胡萝卜素	橙黄色	最少	最高	最快
叶黄素	黄色	较少	较高	较快
叶绿素a	蓝绿色	最多	较低	较慢
叶绿素b	黄绿色	较多	最低	最慢

6. 色素的吸收光谱



阳光是由不同波长的光组成组合成的复合光，在穿过三棱镜时，不同波长的光会分散开，形成**不同颜色的光带**，称为**光谱**。



分别让不同颜色的光照射色素溶液就可以得到色素溶液的吸收光谱。

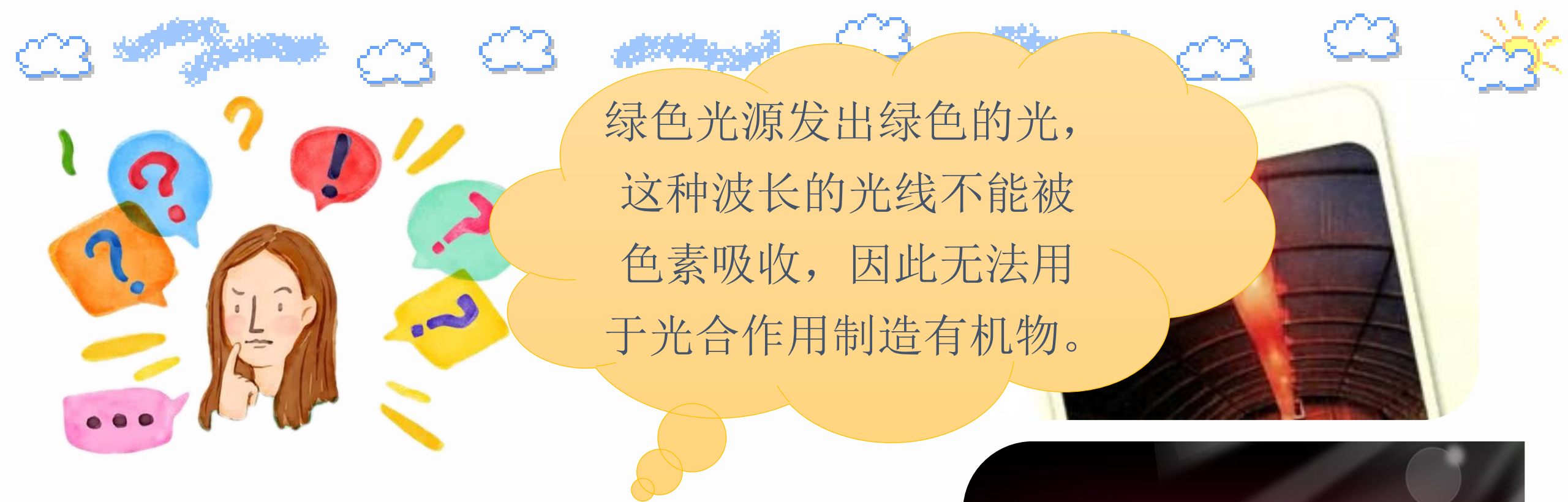
实验结果表明：

叶绿素a和叶绿素b主要吸收蓝紫光和红光
胡萝卜素和叶黄素主要吸收蓝紫光

这4种色素吸收的光波长有差别，但是都可以用于光合作用。



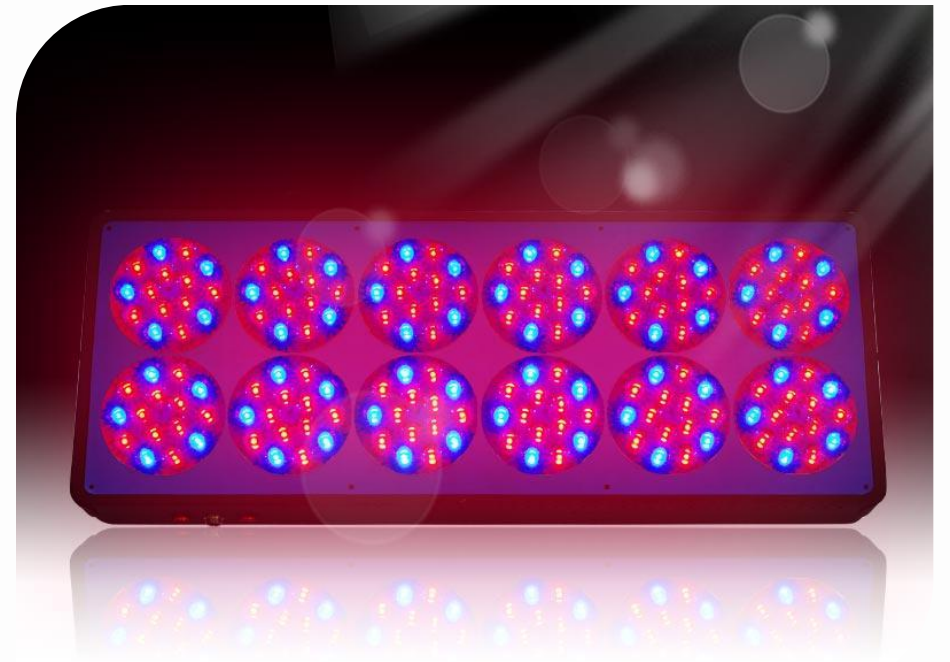
特别注意：因为叶绿素对绿光吸收最少，绿光被反射回来，所以叶片才呈现绿色。



绿色光源发出绿色的光，
这种波长的光线不能被
色素吸收，因此无法用
于光合作用制造有机物。

植物工厂里为什么不用绿光作为光源？

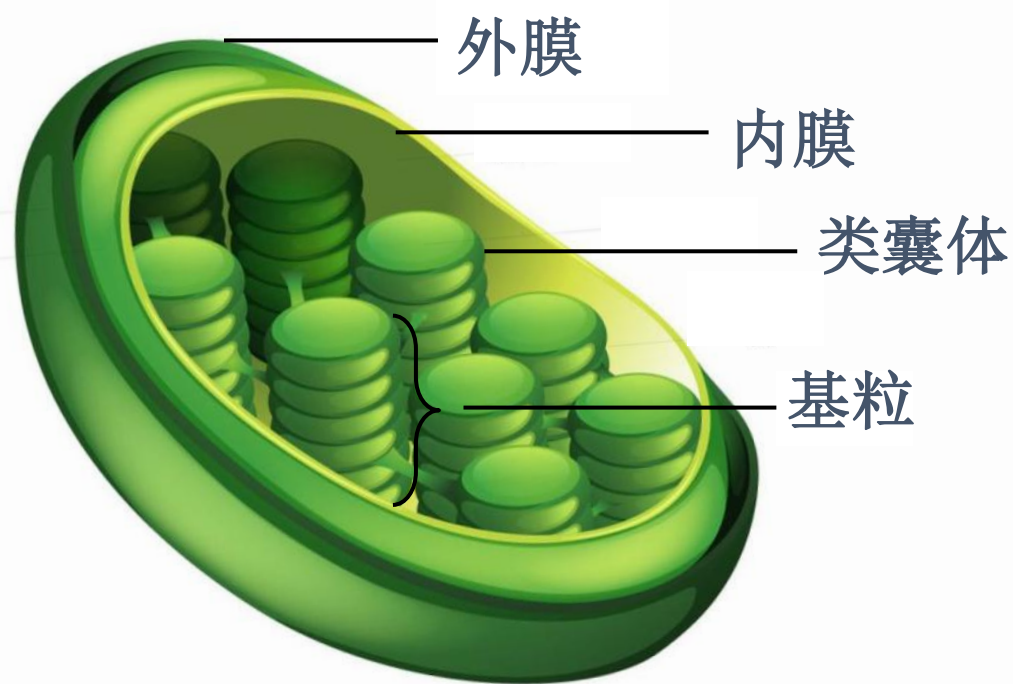
这四种色素吸收的光波长有差别，但
都可以用于光合作，这些色素存在细
胞中的什么位置呢？





叶绿体的结构适用于进行光合作用

1. 叶绿体结构



叶绿体由（ ）膜包被，内部有许多基粒。每个基粒都由一个个圆饼状的囊状结构堆叠而成，这些囊状结构称之为类囊体。

吸收光能的4种色素就分布在内囊体的薄膜上，基粒与基粒之间充满了基质。

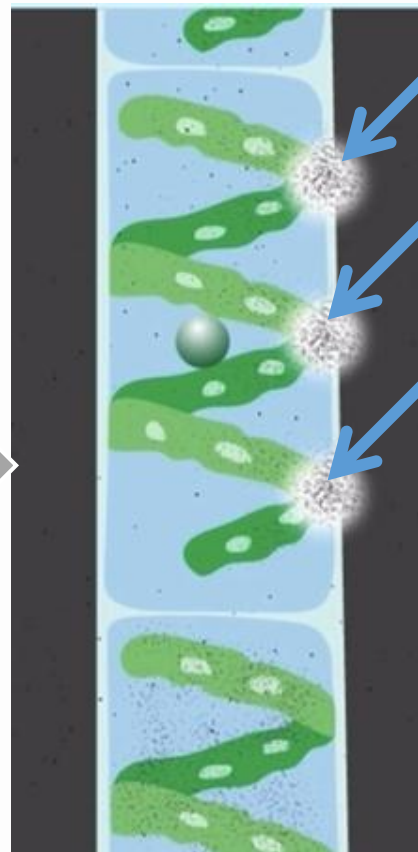
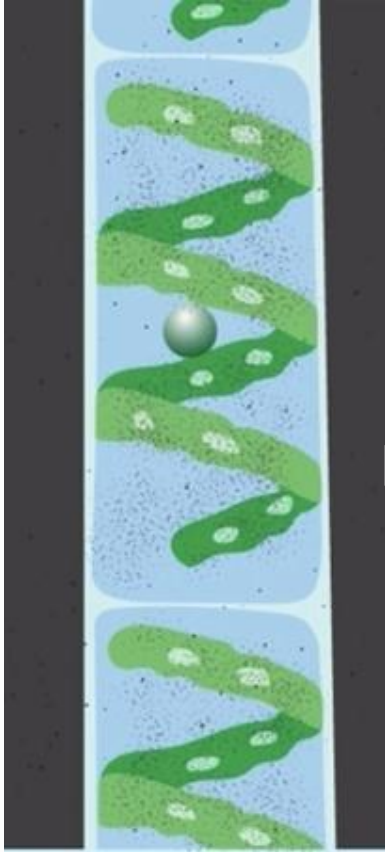
每个基粒都含有两个以上的类囊体，多的可达100个以上，叶绿体内有如此众多的基粒和类囊体，极大的扩展了受光面积。

2. 恩格尔曼的实验

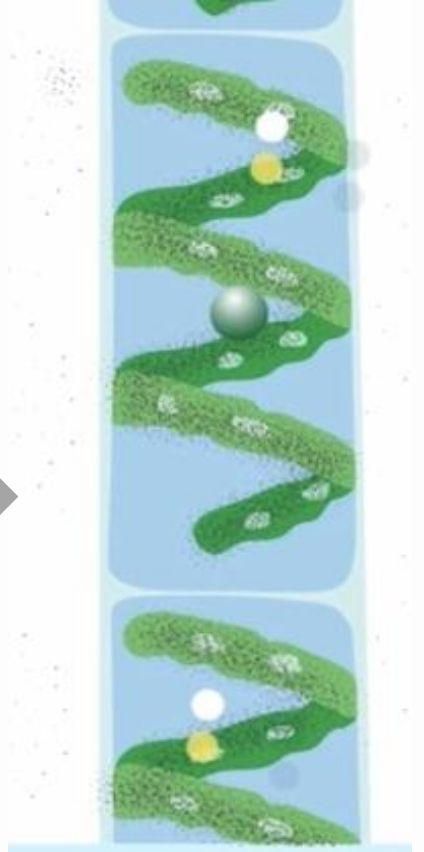


恩格尔曼
T. Engelmann

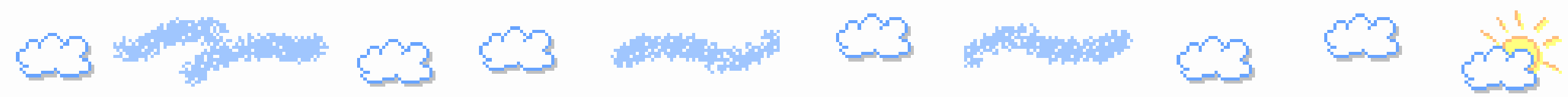
将水绵和需氧型细菌放在没有空气的小室内

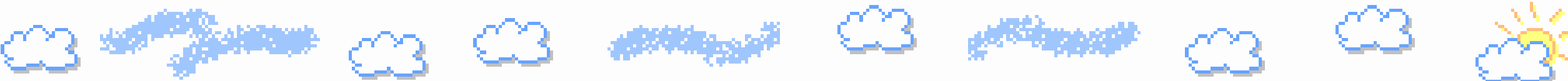


极细的光束



放置光下







1. 实验材料的选择妙：水绵，不仅具有细而长的带状叶绿体，而且呈螺旋带状分布在细胞中，便于观察
2. 排出干扰的方法妙：没有空气的黑暗环境排出了环境中氧气和光的干扰
3. 观测指标的设计妙：通过需养细菌的分布进行检测，从而能够准确地判断出释放氧气的部位
4. 实验对照的设计妙：用极细的光束点投射，叶绿体上课分为获得光照部位和无光照部位，相当于一组对照实验，进行黑暗条件下局部光照和完全暴露在光下的对照实验，明确实验结果是由光照引起的。

时装片，
红光和蓝

叶什
合作用

2. 恩格

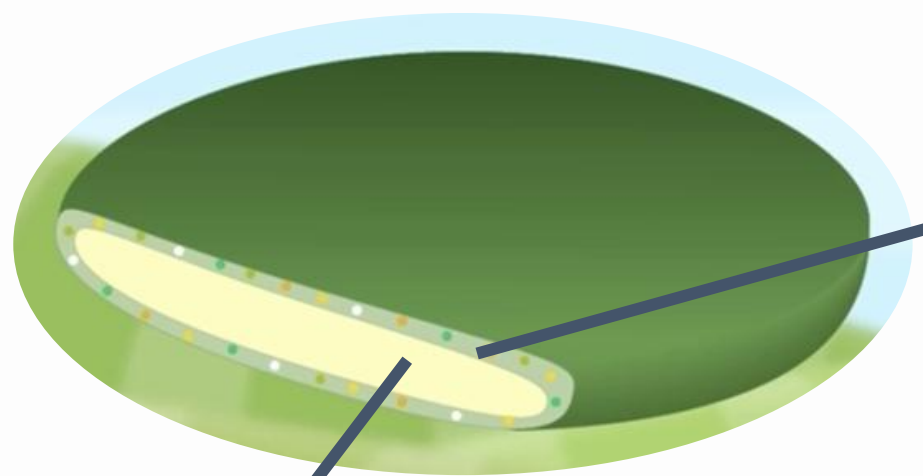
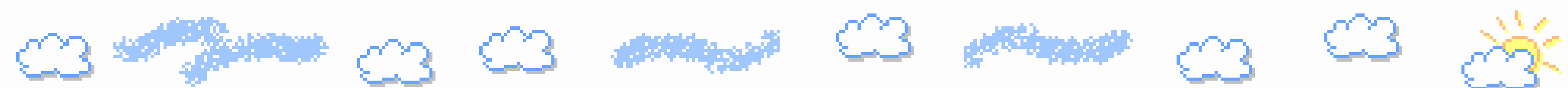


这是因为水绵叶绿体上的光合色素，主要吸收红光和蓝紫光，在此波长的光照射下，叶绿体会释放氧气适于需氧型细菌在此区域的分布

3. 在第2个实验中，大量的需氧细菌聚集在红光和蓝紫光区域，为什么？

4. 综上所述，你认为叶绿体有什么功能？

叶绿体是进行光合作用的场所，并且能够吸收特定波长的光



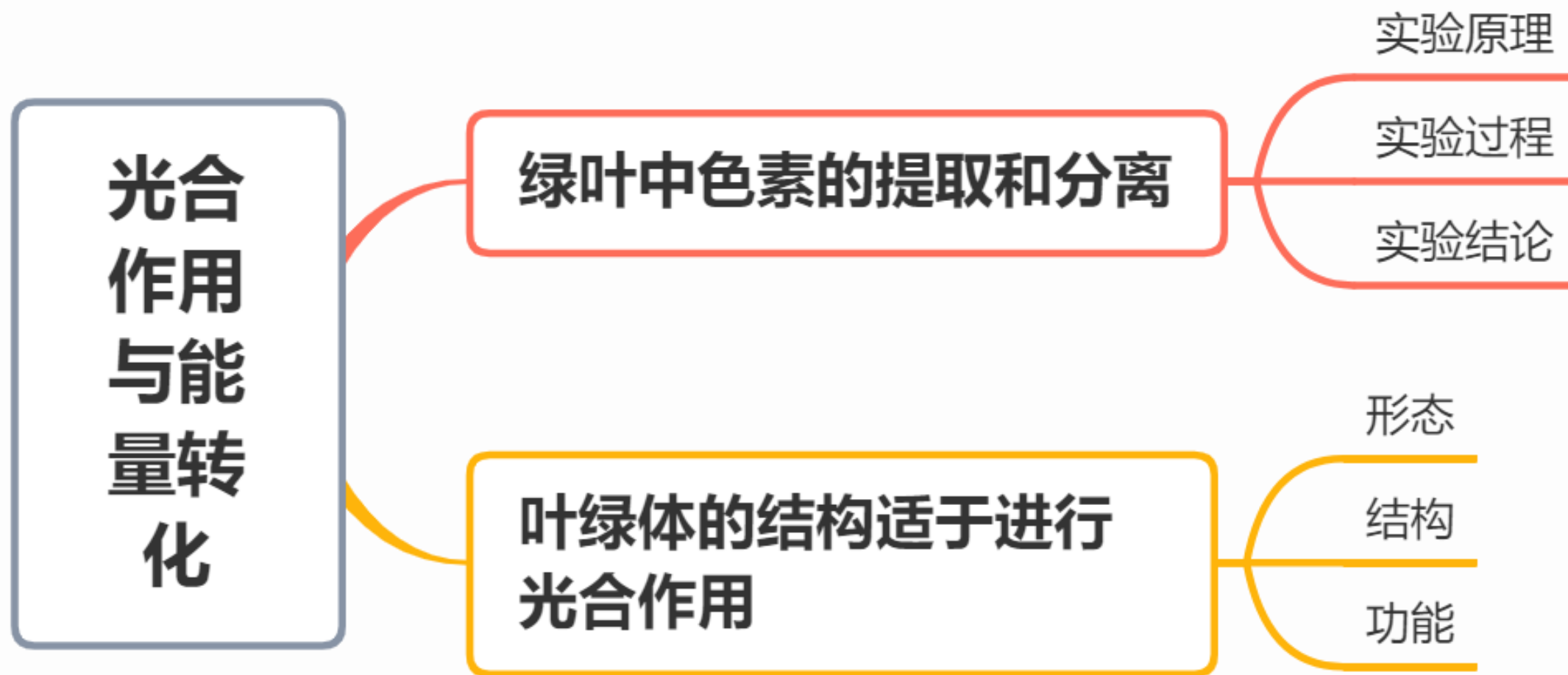
类囊体薄膜上分布
着**色素**

类囊体薄膜
上分布光合
作用所需要的
酶





课堂小结





课堂精练

判断题

- (1) 层析得到的滤纸条上各种色素带的宽度可说明不同色素含量的多少 (✓)
- (2) 叶绿体中的色素既能溶解于有机溶剂中，又能溶解于水中 (×)
- (3) 可选用绿色植物任何部位的叶片进行色素的提取和分离 (×)



课堂精练

选择题

分离叶绿体色素的结果显示，叶绿素b位于滤纸的最下端，其主要原因是（ C ）

- A. 分子量最大
- B. 分子量最小
- C. 在层析液中的溶解度最低
- D. 在层析液中的溶解度最高