

任务 5.1 植物的新陈代谢

任务目标

- 知识目标：
1. 了解光合作用的主要过程，认识光合作用的意义。
 2. 了解呼吸作用的主要过程，认识呼吸作用的意义。
 3. 熟悉光合作用和呼吸作用的联系与区别。

- 能力目标：1. 能进行光合作用和呼吸作用的调控及生产应用。
2. 能进行光合产物的验证、呼吸强度的简易测定。



知识学习

绿色植物的新陈代谢是以水分和矿质元素为原料,通过光合作用来合成体内有机物,并把光能转变为化学能贮藏在有机物中;又通过呼吸作用分解体内的有机物,释放能量,生成 ATP,供给生命活动的需要。

一、植物的光合作用

1. 光合作用的概念和意义

光合作用是绿色植物利用光能,将二氧化碳和水合成有机物质,释放氧气,同时把光能转变为化学能贮藏在所形成的有机物中的过程。常以下面的反应式表示。



光合作用的原料是二氧化碳和水,动力是光能,叶绿体是进行光合作用的场所,葡萄糖和氧气是光合作用的产物。

光合作用具有重要意义。光合作用是生物界获得赖以生存的氧气、有机物、能量的根本途径,被称为“地球上最重要的化学反应”。没有光合作用,就没有繁荣的生物世界。

2. 光合作用的主要过程

光合作用的实质是将光能转变成化学能。光合作用的产物有糖类、有机酸、氨基酸、蛋白质等,主要为糖类。根据能量转变的性质,可将光合作用分为三个阶段(表 5-1):第一阶段,通过原初反应,光能转变成电能;第二阶段,通过电子传递和光合磷酸化,电能转变为活跃的的化学能;第三阶段,通过碳同化,活跃的的化学能转变为稳定的化学能(糖类)。

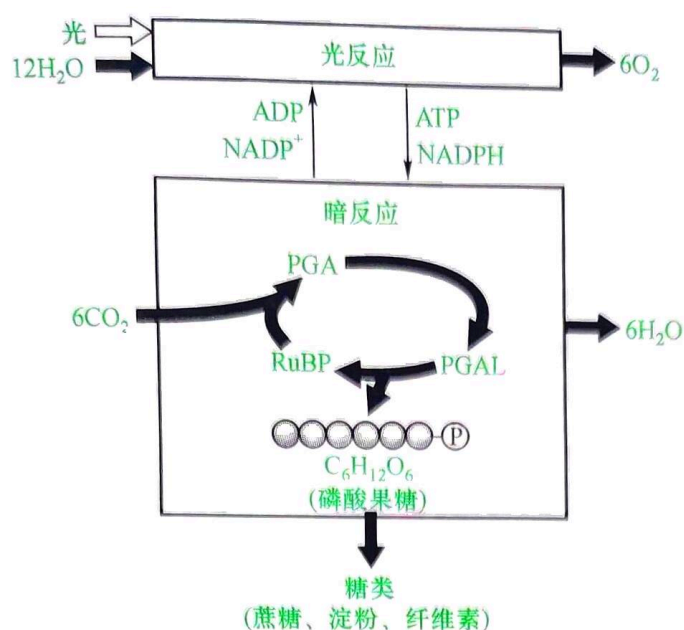
表 5-1 光合作用中各种能量转变情况

反应阶段	光反应		暗反应
反应步骤	原初反应	电子传递和光合磷酸化	碳同化(CO ₂ 的固定)
能量转变部位	叶绿体的类囊体膜上		叶绿体的基质中
能量转变形式	光能(光子)转变为电能(电子)	电能转变为活跃的 化学能	活跃的的化学能转变为稳定的化学能 (糖类)
形成产物	氧气、ATP 和 NADPH ₂		葡萄糖、蔗糖、淀粉

原初反应和光合磷酸化在叶绿体的基粒片层上进行,需在有光条件下进行,又称光反应;而碳同化过程可以在光下,也可在黑暗中进行,称为暗反应,它是在叶绿体的基质中进行(图 5-1)。

3. 光合作用的调控

植物的光合作用受多种因素影响,而衡量光合作用影响程度的常用指标有光合速率和光合



RuBP: 二磷酸核酮糖 PGA: 3-磷酸甘油酸 PGAL: 3-磷酸甘油醛

图 5-1 光合作用的光反应和暗反应

生产率。光合速率又称光合强度,是指单位时间、单位叶面积的二氧化碳吸收量或氧气的释放量,常用单位是 $\text{mg}/(\text{dm}^2 \cdot \text{h})$ 。光合生产率又称同化率,是指单位时间、单位叶面积积累的干物质克数,常用的单位是 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

常见的调控光合作用的方法有以下几种:

(1) 光照度调节。光饱和点和光补偿点是反映植物光合特性的两个重要指标。在一定范围内,植物的光合速率随光照强度增高而相应增加,但当光照达到一定值时,光合速率不再增加,称为**光饱和现象**,这时的光照强度称为**光饱和点**。当光照强度低于一定数值时,光合作用吸收的二氧化碳与呼吸作用放出的二氧化碳处于平衡状态,此时的光照强度称为**光补偿点**。适当增强光照,如合理密植、整枝修剪、去老叶,都可以改善田间的光照条件,加大光合速率。

(2) 增加 CO₂ 浓度。CO₂ 是光合作用的主要原料,光合速率随 CO₂ 浓度增加而上升。可通过施用有机肥料、通风等措施来增加 CO₂ 浓度。保护地栽培中使用 CO₂ 气肥来增加 CO₂ 浓度。

(3) 保持适宜土壤水分。水分是光合作用的原料之一,土壤水分含量对植物光合作用影响很大,若土壤干旱,则光合作用受到抑制。叶片缺水也会影响光合作用正常进行。合理灌溉、耕作可保证适宜的土壤水分含量,从而保证光合作用的正常进行。

(4) 保持适宜温度。一般温带植物能进行光合作用的最低温度为 0~5℃。在 10~35℃ 范围内,光合作用能正常进行;35℃ 以上光合作用受阻,40℃ 以上光合作用完全停止。

(5) 合理施肥。氮、镁、铁、锰、磷、钾、硼、锌等元素都会直接或间接对光合作用产生影响。如氮和镁是叶绿体的组成元素,铁和锰参与叶绿素的形成过程,磷、钾、硼能促进有机物质的转化和运输。因此,合理施肥才能保证光合作用顺利进行。

4. 光合作用在农业生产中的应用

(1) 实行间作套种,提高单位面积产量。在同一块农田上实行间作套种,通过植株高矮搭配、生长期交错搭配等措施,可充分利用地块的光照条件,提高复种指数,增加单位面积的产量。

(2) 增施二氧化碳气肥,增加光合作用原料。保护地栽培中,通过施用二氧化碳气肥来增加二氧化碳浓度,增强光合作用。

(3) 培育高光效植物品种,减少呼吸消耗;选育理想株型,充分利用光能。高产农田植物群体充分利用光能的结构趋势是植株矮化、植物层薄。

(4) 应用生长调节物质,提高光合作用效率。DCPTA 是迄今为止发现的第一种既能影响光合作用,又能增加产量的生物调节剂。

(5) 利用不同光色,改善光合产物品质。使用有色薄膜在农、林、园艺等绿色生产上达到不同的目的。如甜瓜、小麦、棉花育苗、四季豆、辣椒应用红色地膜有明显增产效果,黄瓜和香菜应用蓝色地膜可促进维生素 C 含量的增加,黄色薄膜用于黄瓜、芹菜、莴苣、茶树等增产效果明显,番茄、茄子、韭菜在紫膜下产量增加,青色(蔚蓝色)薄膜进行水稻育秧效果较好。