

## 营养

- 营养作用：生物摄取营养素来维持生命一切活动
  - 为生物提供能量
  - 促使生物成长
  - 修补受损组织
  - 维持各项生命活动
- 营养方式

自生营养 (autotrophic nutrition) -可以自己制造食物	光合作用	绿色植物吸收太阳能，将水、二氧化碳合成有机化合物(如葡萄糖)	
	化能化合	某些细菌（如硫细菌、硝化细菌、氢细菌、铁细菌等）能氧化无机物（如 $H_2S, H_2, NH_3$ 等），释放化学能，化二氧化碳成有机物	
异生营养 (heterotrophic nutrition) -从外界摄取食物 -处理方法 i. 消化：将复杂大分子食物转化为简单、溶解性物质 ii. 吸收：将消化后的物质吸入上物体组织内	全动物式营养	摄入大分子的食物进行消化	
	腐生营养	从腐烂或死亡有机物吸取养分包括细菌和真菌，分泌酶将腐物分解和融化，再吸入细胞中	
	共生营养	两种生物活在一起，从中获得好处，吸取养分	
		草食动物消化道的细菌	食用寄主的纤维素食物，同时分泌纤维素酶，帮助寄主消化纤维素
地衣中菌藻共生		真菌获取藻类食物，藻类从真菌获取水分	
	根瘤菌和豆科植物	互相供给对方养分	

	寄生营养	一种生物寄生于另一种生物体内或体表，吸取养分 外寄生(ectoparasite) 内寄生(endoparasite) 寄生生物体在结构、生理、生殖上必须适应宿主的环境并多数不令宿主致命 如蛔虫、绦虫、水蛭等
--	------	---

• 光合作用历程

年代与科学家	过程	结论
1771 (英国), 普利斯特莱	密闭玻璃罩+绿色植物 { +蜡烛 → 不易熄灭 { +小鼠 → 不易窒息死亡	植物生长需要吸收 CO <sub>2</sub> , 同时释放 O <sub>2</sub>
1779(荷兰), 扬·英根豪斯	将带叶枝条放入水中 { 在阳光下产生氧气 { 在暗处不产生氧气	只有在阳光照射和叶绿体存在时, 植物才能制造氧气
1864 (德国) 萨克斯	黑暗中饥饿处理的绿叶 { 一半曝光 + 碘蒸汽 → 变蓝 { 一半遮光 + 碘蒸汽 → 不变蓝	绿色叶片在光下能产生淀粉
1940 (美国) 鲁宾卡门	H <sub>2</sub> <sup>18</sup> O + CO <sub>2</sub> → 植物 → <sup>18</sup> O <sub>2</sub> C <sup>18</sup> O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O → 植物 → O <sub>2</sub>	光合作用释放的氧气来自水
1948 (美国) 卡尔文	用 <sup>14</sup> C 标记的 CO <sub>2</sub> 追踪光合作用时碳元素的行踪	CO <sub>2</sub> 被用于合成糖类有机物

- 光合作用将水转变成氧气，把二氧化碳转变为有机物，把太阳能转变成化学能，进行物质和能量的代谢

简单反应式	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$
正确反应式	$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

- 光合作用有两个阶段

光反应(light-dependent reaction)	叶绿素吸收能量转变为化学能
暗反应(light-independent reaction/dark reaction)	利用光反应提供的能量，固定 CO <sub>2</sub> 以合成单糖

- 光合色素

- 分布：叶绿体类囊体膜上
- 功能：吸收、传递、转换光能

种类	叶绿素 (占 3/4)	类胡萝卜素 (占 1/4)
----	-------------	---------------

	叶绿素 a (呈蓝绿色)	叶黄素(xanthophyll) (呈黄色)
	叶绿素 b (呈黄绿色)	胡萝卜素 (carotene) (呈橙黄色)
吸光	主要吸收红橙光和蓝紫光	主要吸收蓝紫光

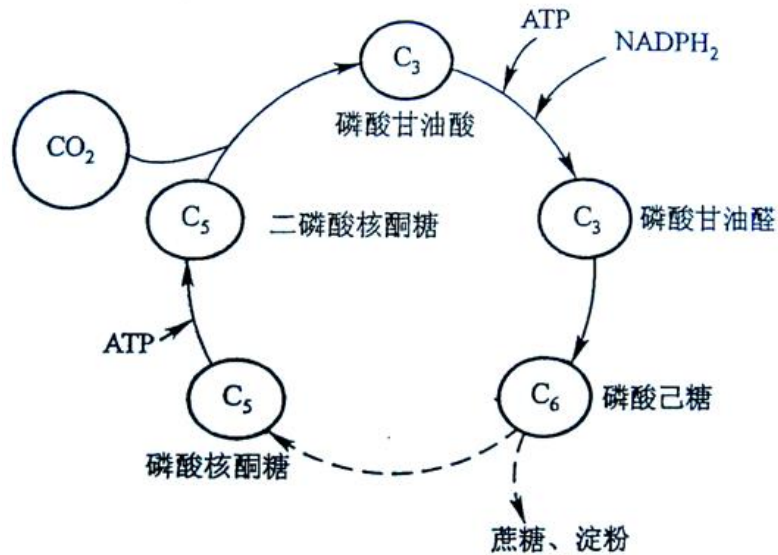
- 所有叶绿素都能充当天线色素，即吸收光能，传递光能，但只有少部分的特殊叶绿素 a 分子才能转化光能为电能
- 正常的叶子的叶绿素和类胡萝卜素含量比约为 3 : 1，且色素对绿光吸收最少，所以叶片常呈现绿色，而寒冷时，叶绿素分子易破坏，类胡萝卜素相对稳定，显示出类胡萝卜素的黄色，所以冬天的叶子常为黄色
- 光合作用的过程

	光反应 (也称喜氏反应 Hill reaction)	暗反应
场所	类囊体薄膜	叶绿体基质
条件	光下,需要水, 不需要 CO <sub>2</sub>	有光、无光均可, 不需要水, 需要 CO <sub>2</sub>
反应	光能的吸收、传递和转化 i. 水的光解： $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光}} 4[\text{H}] + \text{O}_2$ 激态的叶绿素放出电子，形成带正电的叶绿素，促使水分解，产生氧气、质子 (H <sup>+</sup> ) 和电子(e <sup>-</sup> )	有机物 (糖类) 的合成 i. CO <sub>2</sub> 的固定： 和五碳糖即二磷酸戊糖(ribulose biphosphate, RuBP)结合成极不稳定的六碳化合物，又分解成 2 分子的三碳化合物即酸甘油酸 (phosphoglyceric acid, PGA) $\text{C}_5 + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_3$

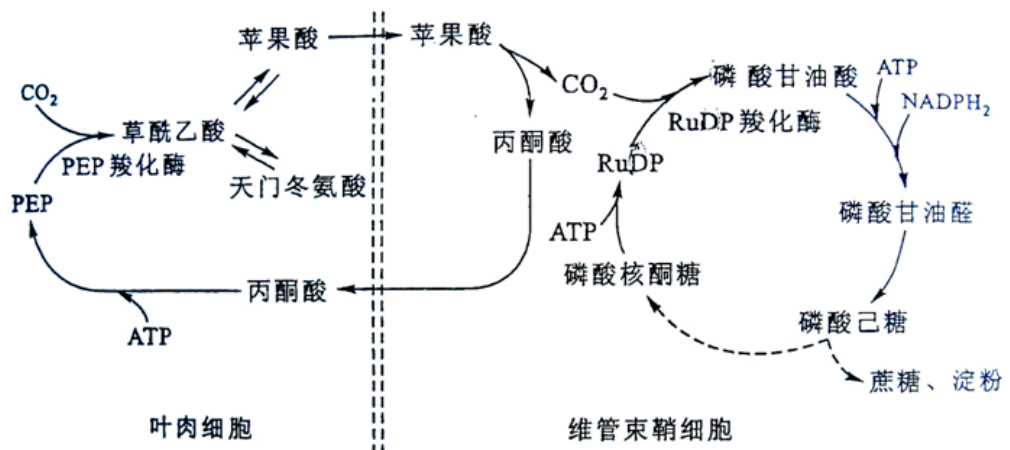
	ii. ATP 的合成 (光合磷酸化作用 photophosphorylation) : $\text{ADP} + \text{P}_i + \text{光能} \xrightarrow{\text{酶}} \text{ATP}$ iii. 氧化型辅酶还原 : $\text{NADP}^+ + 2\text{e}^- + \text{H}^+ \xrightleftharpoons[\text{氧化}]{\text{还原}} \text{NADPH}$	ii. C <sub>3</sub> (PGA)的还原 : 解收氢原子, 还原成磷酸甘油醛 (phosphoglyceraldehyde, PGAL) $2\text{C}_3 \xrightarrow{\text{酶}[\text{H}]} (\text{CH}_2\text{O}) + \text{C}_5$ $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i$ iii. 形成葡萄糖 : PGAL 经过一系列变化后形成葡萄糖
能量	光能 → 电能 → ATP 中活跃的化学能	ATP 中活跃的化学能 → 有机物中稳定的化学能
影响速率的因素	光质和光量	温度、CO <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> 浓度
联系	光反应为暗反应提供[H], ATP, 而暗反应为光反应提供 ADP, P <sub>i</sub> 光反应和暗反应相互耦联, 离开了彼此均可能受阻, 既无光反应, 暗反应也无法进行, 若无暗反应, 有机物无法合成	

- 光呼吸
  - 有光的情况下进行呼吸, 但吸入的氧气无法产生能量, 还会消耗光反应的一部分有机产物
  - 若 O<sub>2</sub> 过多, 会和 RuBP 结合, 减少 RuBP 和 CO<sub>2</sub> 结合的机会, 影响光合效率
- 植物光合作用
  - 途径也称卡尔文循环
  - 三碳植物: 二氧化碳的受体是二磷酸核酮糖 (RuBP)。RuBP 接受二氧化碳后, 很快分解为磷酸甘油酸 (PGA)。PGA 在同化力的作用下, 再经一系列的变化形成葡萄糖、蔗糖和淀粉, 另一些物质又

转化为 RuBP 继续参加循环。



- 四碳植物：二氧化碳的受体是磷酸烯醇式丙酮酸 (PEP)，生成的第一个产物是草酰乙酸(oxaloacetic acid,OAA) 和苹果酸等。以后草酰乙酸和苹果酸脱掉二氧化碳转化为丙酮酸，并进一步转化为 PEP 继续循环下去脱掉的二氧化碳则进入 C<sub>3</sub> 途径而被固定。从而，C<sub>4</sub> 循环为 C<sub>3</sub> 循环提供了碳源。



- 凡在光合作用中，仅以卡尔文循环来同化碳元素，最初产物是三碳化合物 (3-磷酸甘油酸)，这种反应途径称为 C<sub>3</sub> 途径。利用 C<sub>3</sub> 途径进行光合作用的植物，称为 C<sub>3</sub> 植物。如水稻、小麦、棉花、大豆等。
- 凡在光合作用中，除了卡尔文循环以外，还有以四碳化合物 (草酰乙酸) 为最初产物的途径，称为 C<sub>4</sub> 途径。利用 C<sub>4</sub> 途径进行光合作用的植物，称为 C<sub>4</sub> 植物。如玉米、高粱、甘蔗等。

C3 植物	C4 植物
高光植物	低光植物
经济价值欠佳	经济价值佳
固定 CO <sub>2</sub> 效率低，抑制光呼吸，增加光和了，提高农产量	固定 CO <sub>2</sub> 效率高，抑制光呼吸，增加光和了，提高农产量

• 影响光合作用的因素

○ 光

光质	叶子吸收红光和蓝紫光最多，黄绿光最少 红光和蓝紫光下的光和率最高，黄绿光的光和率最低
光强度	光和率的高低和光的强弱成正比 但当光强度增加到一定的限度时，光和率便达到最大值（光和率已达到饱和）

○ CO<sub>2</sub> 的浓度

- 当 CO<sub>2</sub>（光合的原料）增加时，产物必然跟着增加
- 在一定光强度和温度下，空气中的 CO<sub>2</sub> 的浓度常为限制植物光合率的重要因素

○ 温度

- 温度主要通过影响光合作用的相关酶活性来影响光合作用的强度
- 应用：温室栽培时，冬季可适当提高温度，增加光合作用强度，夜晚时可适当降低温度以降低细胞呼吸作用消耗大量有机物，从而增加作物产量
- 一般植物可在 10C°-35C°正常进行光合作用，其中以 25C°-30C°最适宜，在 35C°以上时光合作用速率开始下降，40C°-50C°时光合停止

○ 矿质元素

- 矿质元素是光合作用涉及物质或酶不可或缺的组成成分，如：

N	是各种酶以及 NADP <sup>+</sup> 和 ATP 的重要成分
P	是 NADP <sup>+</sup> 及 ATP、ADP 的重要成分
Mg <sup>2+</sup>	是叶绿素的重要成分

- 在一定范围内，矿质元素越多，光合速率就越快
- 超过一定浓度时，光合速率不再增加，甚至会引起细胞渗透失水导致光合速率下降
- 应用：对农作物要适量施肥，不能过量，否则会造成土壤溶液浓度大于细胞溶液浓度引起细胞失水



- 氧
  - O<sub>2</sub> 浓度的增加会降低 C<sub>3</sub> 植物的光合率，因为过多的 O<sub>2</sub> 将和 CO<sub>2</sub> 竞争和五碳糖 (RuBP) 结合
- 水
  - 缺水会导致气孔关闭，影响 CO<sub>2</sub> 进入细胞中，导致光合作用速率下降
  - 农作物需要合理浇灌
- 哺乳类的营养
  - 消化过程

物理性消化	食物经物理作用被分解成较小的碎片，使食物表面积增加，可加速化学消化过程 <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 口腔牙齿的咀嚼和吞咽</li> <li>ii. 胃的搅动</li> <li>iii. 小肠的蠕动</li> <li>iv. 胆汁中的胆盐对脂肪的乳化作用</li> </ul>
化学性消化	化学作用将蛋白质、脂肪、糖类等大分子物质分解成结构简单、能被吸收的小分子

- 消化液的种类

部位	消化液	分泌部位	消化酶	pH	分解作用/功能
口腔	唾液	唾液腺	唾液淀粉酶 (salivary amylase)	6.8	淀粉 → 麦芽糖
胃	胃液	胃腺	胃蛋白酶 (pepsin)	1.5	蛋白质 → 多肽
			凝乳酶 (rennin)		液态蛋白(caseinogen) → 固态乳蛋白 (casein)
			胃酸 (gastric juice)		灭菌，激活胃蛋白酶原，使胃处于酸性介质
小肠	胆汁	肝细胞	胆盐 (bile salt)		乳化脂肪
	胰液	胰细胞	胰淀粉酶 (pancreatic amylase)	7.8	淀粉/糖元 → 麦芽糖
			胰蛋白酶 (trypsin)		蛋白质、多肽 → 多肽+氨基酸
胰核酸酶 (nuclease)	核酸 → 核苷酸				

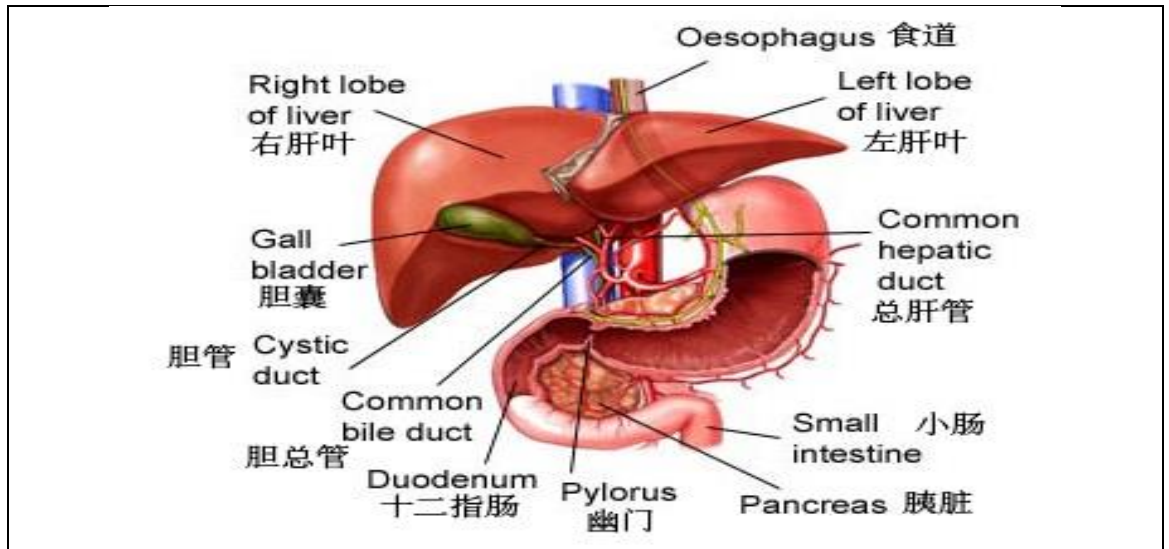
			胰脂肪酶 (lipase)		脂肪 → 脂肪酸 → 甘油
	小肠液	小肠腺	麦芽糖酶 (maltase)	7.6	麦芽糖 → 葡萄糖
			蔗糖酶 (sucrase)		蔗糖 → 葡萄糖 + 果糖
			乳糖酶 (lactase)		乳糖 → 葡萄糖 + 半乳糖
			肠肽酶 (peptidase)		多肽 → 氨基酸
			肠脂肪酶 (lipase)		脂肪 → 甘油 + 脂肪酸
			核苷酸酶 (nucleotidase)		核苷酸 → 碱基 + 五碳糖 + 磷酸根

- 肝脏

- 是动物体内的最大消化腺
- 位于横膈膜右下方，红褐色，分成左右两叶
- 肝脏的功能

肝动脉	供应养分给肝脏
肝门静脉	肝脏和小肠之间的联系
肝细胞制造胆汁	胆汁 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 含有胆色素(bilirubin) (血红素被分解后产生的色素，使胆汁呈绿色) 和胆盐(bile salt) (乳化脂肪 emulsify fats)，不含消化</li> <li>- 储存在胆囊</li> <li>- 胆汁含碳酸氢钠 (sodium hydrogen carbonate)和有机盐，带碱性，能中和胃部流出的酸性食糜和使胰脏的酶有效地挥发功用</li> </ul>
将过多的葡萄糖转换成动物淀粉 (糖元) 贮藏	
分解过剩的氨基酸成尿素，去除血液中的毒素，去氨(deamination)和排毒作用(detoxification)	
制造几种重要的血液蛋白质如纤维蛋白原(fibrinogen)和凝血酶原(prothrombin)	
分解衰老的红血球，贮存铁质制造新红血球	
贮存维生素如 A、D、B12	
贮存血液、调节血液循环量	
产生热量维持体温	





- 胰脏
  - 是外分泌腺和内分泌腺混合组成
  - 粉色，位于十二指肠弯内
  - 腺细胞(acinous cell)能分泌胰液，内有胰蛋白酶、胰淀粉酶、胰脂肪酶，消化蛋白质、淀粉、脂肪
  - 含有碱性的碳酸氢钠，中和胃部食糜的酸性
- 回肠 (小肠)
  - 营养物质（葡萄糖、氨基酸、脂肪酸、甘油）的吸收
    - 回肠的特征
      - 每个绒毛表皮细胞有更小的微绒毛，提高吸收表面积
      - 弹层细胞厚
      - 内有许多微血管和乳糜管
    - 吸收方式：扩散、渗透、主动运输

水溶性物质	葡萄糖	绒毛微血管吸收 → 肝门静脉 → 肝脏 → { 大部份：换成糖元储存在肝脏、肌肉 小部份：随血液到组织细胞产生能量	过多：转化成脂肪，储存在皮下或器官周围
	氨基酸	绒毛微血管吸收 → 肝门静脉 → 肝脏 → { 大部份：随血液循环 小部份：过剩氨基酸去氨后形成尿素，排出体外	氨基酸去氨后可以转换成葡萄糖，供细胞氧化产生能量
	水、无机盐、维生素	没有经过消化，直接扩散入绒毛微血管	

脂溶性物质	脂肪酸、甘油	绒毛乳糜管 → 淋巴管 → 胸管 → 左下静脉 → 血液	过多：储存在肾、心、肝、肠、皮下组织 缺糖时可转换成糖供应细胞
	脂溶性维生素	进入绒毛内的乳糜管	

• 排遗

- 剩下不能被消化的物质如纤维素、消化道分泌物、脱落的肠壁细胞、细菌、少量水分
- 含有胆色素
- 臭味由肠内细菌产生的甲烷气体
- 粪便经过直肠，肛门排出

• 草食动物的消化

反刍动物	<p>是指进食经过一段时间以后将半消化的食物返回嘴里再次咀嚼通常是一些草食动物，因为植物的纤维是比较难消化的</p> <p>特点：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>i. 消化道(盲肠)比较长</li> <li>ii. 复胃           <p>四个胃室，分别为瘤胃、网胃、重瓣胃和皱胃。前两个胃室（瘤胃和网胃）将食物和胆汁混合，特别是使用共生细菌将纤维素分解为葡萄糖、醋酸、丙酸、丁酸、二氧化碳、甲烷；网胃有许多网状皱褶和角质乳突，可将食物磨成小团。然后食物反刍，经缓慢咀嚼以充分混合，进一步分解纤维。然后重新吞咽，经过瘤胃到重瓣胃，进行脱水。然后送到皱胃（真正的胃）完成消化。最后送入小肠进行吸收。</p> </li> </ol>
------	--

The diagram illustrates the digestive system of a ruminant. It shows the esophagus (食管) leading to the rumen (瘤胃) and reticulum (网胃). The rumen and reticulum are shown as large, sac-like structures. The omasum (重瓣胃) and abomasum (皱胃) are shown as smaller, more complex structures. The small intestine (小肠) is shown as a long, thin tube. A cow silhouette is shown below the diagram, with the digestive organs highlighted in orange.

非反刍动物

盲肠又大又长，内含有许多共生菌，分泌纤维素酶，将纤维素分解成葡萄糖

粪丸有未完全消化纤维素，能被再次吞食，消化后吸取更多养分



SJUEC.COM