



第一章 营养素和能量

学习目标

1. 了解能量对人体的重要意义。
2. 熟悉各种营养素的特点。
3. 掌握营养素的生理功能。

营养学是一门研究机体与食物之间关系的学科。通过对营养学的历史、起源、发展、特征、层次等方面的描述，人们可以知道营养学的发展脉络。营养学对社会、行业、健康、政策具有深远影响。

在营养学中，营养素指食物中能被吸收及用于增进健康的基本元素。某些营养素是必需的，它们不能被机体合成，因此必须从食物中获取。人体需要的营养素主要有糖类、脂类、蛋白质、矿物质、维生素和水，统称为六大营养素。它们是构成机体组织的物质基础，是人体能量的来源，同时也发挥着调节控制人体各种生理功能的作用。人的所有生命活动都离不开这六大营养素，并且这些营养素的每日摄入量应当在一个合理范围内，过多或者过少都不利于人体健康。

能量是人生命活动的基础。人在运动和安静状态下都需要能量。人体所需能量来自食物中的糖类、脂类和蛋白质，三者统称为产能营养素。人体可将能量从一种形式转化为另一种形式，如供运动的机械能、维持体温的热能等。人体为了维持生命体征必须获得足够的能量。



第一节 糖 类

早期研究发现，有一类多羟基醛或多羟基酮及其缩聚物和某些衍生物具有相似的生理功能，它们主要由碳（C）、氢（H）、氧（O）三种元素组成，并且其中的 $H : O \approx 2 : 1$ ，接近水分子中H和O的比例，于是人们将这一类化合物称为碳水化合物。但是，人们在进一步的研究中发现，并不是所有糖类的分子式都符合 $H : O \approx 2 : 1$ 这个规律，如鼠李糖作为一种微量糖，它的分子式为 $C_6H_{12}O_5$ ，不符合碳水化合物的定义。而有些物质，如甲醛（ CH_2O ）等符合碳水化合物的定义但却不是糖类。于是，人们认为用碳水化合物来表述这一类物质会发生混淆或并不能表现其真实的特性，而用糖类取代碳水化合物更符合科学要求。由于碳水化合物这个概念已经使用了很长时间，因此在部分情



况下出现了“糖类”和“碳水化合物”通用的现象。

绿色植物通过光合作用可产生糖类，因此糖类广泛存在于自然界中。人们生活中食用的淀粉类物质（如大米、面粉、玉米、马铃薯等）、食用糖（如蔗糖、蜂蜜等）、膳食纤维（如木质素、果胶、藻胶等）都属于糖类。



一、糖的组成和分类

糖类是对人体非常重要的营养素，人体所需能量的 60%~70% 来源于糖类。根据分子结构的不同，糖类可分为三大类：单糖、双糖和多糖。

1. 单糖

单糖一般含有 3~6 个碳原子，是结构和组成最简单的糖类，可不经消化直接被人体吸收，是糖类能被人体吸收利用的基本形式。单糖不能进一步分解为糖类，若进一步分解则会失去糖的性质。它是构成双糖和多糖的基本单位。单糖是无色晶体，味甜，有吸湿性，易溶于水，难溶于乙醇，不溶于乙醚。营养学中具有代表性的单糖有葡萄糖、果糖和半乳糖。

(1) 葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$)。葡萄糖的甜度为 75，是最重要且与人类关系最密切的单糖。葡萄糖在自然界中主要存在于植物性食物中；在动物组织，如血液、肌肉、肝脏中也有，但是不如植物中的范围广、含量高。葡萄糖在水果，如西瓜、柑橘、甜瓜等中含量较高，葡萄中葡萄糖的含量达到其干重的 20%。葡萄糖对人体具有重要的生理意义，人体血糖指的就是葡萄糖。人体各个器官每天都要消耗不等量的葡萄糖，血糖必须保持在一定的水平才能维持体内各器官和机体组织的需要。脑组织所需能量均来自糖类，大脑每天消耗 100~120 g 葡萄糖，长时间持续的严重低血糖会导致大脑的不可逆损伤，使人体出现意识模糊甚至死亡。

(2) 果糖 ($C_6H_{12}O_6$)。果糖为葡萄糖的同分异构体，甜度为 175，是甜度最高的一种糖。果糖存在于水果和蜂蜜中。根据蜜源的不同，蜂蜜中果糖的含量为 34%~44%。食物中的果糖被人体吸收后，经肝脏转化成葡萄糖被人体利用。肝脏是能够代谢果糖的唯一器官，果糖在肝脏中先迅速转变为肝糖，然后转化为葡萄糖，所以血液中果糖含量很低。果糖代谢不需要胰岛素参与，因此果糖可以作为糖尿病患者食品中的甜味剂。食用果糖应适量，一次性大量食用果糖也会引起人体不适，出现恶心、呕吐、腹痛等症状。因为果糖不易被口腔中的微生物利用，所以儿童食用果糖的龋齿发病率相对于食用其他糖类要低。

(3) 半乳糖 ($C_6H_{12}O_6$)。半乳糖为白色晶体，味稍甜，甜度为 32，是神经和软骨的重要组成成分。半乳糖由乳糖（双糖）经消化后产生，在自然界中很少独立存在。乳糖经消化后可得到一分子葡萄糖和一分子半乳糖。半乳糖在人体内先转变成肝糖原，再被利用。

2. 双糖

双糖又称二糖，是由两个单糖分子脱去一分子水而产生的低聚糖。双糖存在于天然食物中。双糖味甜，易溶于水，多为晶体。双糖不能直接被人体吸收，需要经消化后分解为



单糖才能被吸收。双糖的典型代表有蔗糖、麦芽糖和乳糖。

(1) 蔗糖。蔗糖为白色晶体，易溶于水，甜度仅次于果糖。蔗糖的甜度被规定为 100，是衡量糖类甜度的标准。蔗糖的熔点为 $185\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 186\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，加热到 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时可生成褐黑色的焦糖，中式烹调中的“炒糖色”就是利用了这一原理。人们在生活中经常使用的绵白糖、砂糖、红糖的主要成分都是蔗糖。蔗糖广泛存在于植物的各个部分，在甘蔗和甜菜中含量较高，故甘蔗和甜菜可用于生产蔗糖。甘蔗和甜菜经压榨后粗制得到红糖，红糖未经精炼，榨汁中的大部分成分被保留下来，它的维生素与微量元素含量均较白糖高。红糖经过精炼就可以得到白砂糖和绵白糖。一分子蔗糖水解生成一分子葡萄糖和一分子果糖。过量摄入蔗糖会增加糖尿病、龋齿的患病风险。

(2) 麦芽糖。麦芽糖的甜度为 32，在植物中含量较少。谷物种子发芽时，其中的淀粉在酶的作用下会生成麦芽糖，由于其在麦芽中含量较高，故而得名。麦芽糖为针状晶体，易溶于水，由两分子葡萄糖脱去一分子水缩合而成。食品工业中并不用这种方法生产麦芽糖，而采用淀粉水解法。米、面等淀粉类食物在被咀嚼时，其中的淀粉在唾液淀粉酶的作用下会生成麦芽糖，所以人在咀嚼馒头、米饭时会感觉到甜味。麦芽糖在烹调和焙烤中应用得比较广泛，如烤鸭、烤面包、烤甜品时常用的饴糖，其主要成分就是麦芽糖。淀粉经大麦芽中的酶水解后得到饴糖，饴糖是糊精和麦芽糖的混合物。麦芽糖不能被人体直接吸收，需要经过消化水解成两分子葡萄糖后才能被吸收。

(3) 乳糖。乳糖为白色晶体，难溶于水，甜度为 16，仅存在于哺乳动物的乳汁中。人乳中乳糖含量为 $7.5\% \sim 8.5\%$ ，牛乳中乳糖含量为 $4\% \sim 6\%$ ，羊乳中乳糖含量为 $4.5\% \sim 5\%$ 。乳糖由一分子葡萄糖和一分子半乳糖脱水缩合而成。乳糖的消化、吸收时间较长，这有利于乳酸菌生长。乳酸菌大量生长繁殖后会改变肠道酸碱值 (pondus hydrogenii, pH)，并形成优势菌群，有利于抑制腐败菌生长，改善肠道环境，减少有害物质的产生，降低肠道疾病的发病概率。乳糖经乳酸菌发酵后产生乳酸，这是制造酸奶的原理。此外，婴儿的生长发育也离不开乳糖。

有些人群因缺乏乳糖酶或者因乳糖酶生成不足、活性不高，导致饮用乳及其制品后出现腹胀、腹泻或腹痛的症状，称为乳糖不耐症。乳糖不耐症患者不能消化或只能消化部分乳糖，这导致剩下未被消化的乳糖在进入肠道后被细菌利用，细菌发酵乳糖产生气体及短链脂肪酸，引起腹胀、腹泻或腹痛等症状。

想一想



请根据上述内容思考，有乳糖不耐症的人群能喝牛奶吗？

知识拓展



自然界中的蔗糖是由植物经光合作用产生的。 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，每 100 g 水可以溶解 210 g



蔗糖，即溶解度为 210 g。白砂糖是由甘蔗和甜菜压榨后精炼得到的，白砂糖在特定条件下经重结晶形成冰糖，白砂糖和冰糖在中式烹调中常被用于热菜制作。绵白糖是在制糖过程中加入转化糖浆得到的，在中式烹调中常用于冷菜制作。红糖是甘蔗和甜菜经压榨后粗制得到的产物，营养丰富，部分物质在氧气中不稳定，长时间储存会被氧化，导致品质下降。中医认为，红糖具有益气、补血破淤、散寒止痛、镇静安神、助脾化食等功效，适合体虚受寒、年老体衰、大病初愈者食用。

资料来源：https://www.sohu.com/a/217096601_119004，有改动。

3. 多糖

多糖是由多个单糖分子脱水缩合而成的高分子化合物。组成多糖的单糖分子的数量是不确定的，从几百到几千不等。多糖不溶于水，无甜味，不能形成结晶，水解最终产物是单糖。多糖在自然界中分布广泛，其中淀粉、糖原和纤维素具有重要营养学意义。淀粉、糖原能被人体消化、吸收，而纤维素则不能。

(1) 淀粉。绿色植物通过光合作用可产生淀粉。淀粉在植物的根（块状根）、茎、种子和坚果中含量较高，是植物储存能量的一种形式。淀粉是产量充足、获得方便、价格低廉的食物，是人体能量的主要来源。因此，淀粉类食物对人类社会具有重要意义。淀粉无甜味，不溶于冷水，与水共煮至 70 ℃时会形成淀粉浆，也就是人们常说的糨糊，这称为淀粉的糊化作用。糊化后的淀粉具有胶黏性，冷却降温后会产生胶凝作用。食品中的粉条、粉丝、粉皮及面点中的烫面就是利用这一原理制成的。

根据结构的不同，淀粉分为直链淀粉和支链淀粉。直链淀粉分子为无分支的螺旋结构，可溶于热水。支链淀粉会在热水中膨胀，但不溶于热水。人们在生活中接触到的淀粉约含 25% 的支链淀粉和 75% 的直链淀粉。直链淀粉遇碘显蓝色，支链淀粉在单独存在时遇碘显棕色。绿豆富含直链淀粉，而糯米淀粉绝大部分是支链淀粉。

天然淀粉经化学、物理方法或酶处理后，其物理化学性质会发生变化，变化后的淀粉称为变性淀粉。变性淀粉可用于医学、纺织及食品工业等众多领域，如某些变性淀粉可制作成适合糖尿病患者食用的食品。

糊精是淀粉水解为葡萄糖的中间产物。淀粉在消化过程中不能直接被人体吸收，而需要在消化道内逐步分解为糊精、麦芽糖和葡萄糖才能被人体吸收利用。糊精易溶于水，容易消化，保水性强，分子大小约为淀粉的 1/5。糊精被广泛应用于医药、造纸、食品等众多领域。例如，在婴儿食品中添加糊精可改善口感，在面点原料中添加糊精可改善产品的保水性和品相。淀粉经焙烤后经常会在表面形成糊精，如烤面包、饼干外面的棕黄色硬皮，大米粥表面的黏性筋膜都是糊精。在肠道中，糊精可促进嗜酸微生物生长，抑制细菌繁殖。根据这一原理，儿童轻度腹泻时可适当食用一些烤黄的馒头片，有利于减轻症状。

(2) 糖原。糖原溶于水，是动物储存糖类的主要形式，有动物淀粉之称。糖原主要储存在肝脏（肝糖原）和肌肉（肌糖原）中，具有维持能量平衡的作用。糖原是由大量葡萄



糖结合而成的支链多糖，结构类似于支链淀粉，但是分支更多。

当摄入的糖类或脂类物质超过需要量时，人体就会将其部分转化为糖原储存在肝脏和肌肉中，肝糖原可维持正常的血糖浓度，肌糖原可为肌肉运动提供能量。当细胞内的糖含量降低时，机体就会调用糖原，将其转化为葡萄糖。人体内的糖原总量约 370 g，其中肌糖原大约有 245 g，肝糖原大约有 108 g，其他大部分组织（如心肌、肾脏、脑等）中也含有少量糖原。糖原只能提供人体全天所需能量的 60%，不能满足人体一天的能量需求。因此，人必须建立良好的饮食习惯，每天定时就餐以补充糖类，否则机体会分解脂肪和蛋白质来满足能量的消耗。

（3）纤维素。食用植物纤维素又称膳食纤维，是葡萄糖组成的大分子多糖，是多糖中最复杂的一种，广泛存在于植物中，是植物细胞壁的重要成分。膳食纤维不溶于水，分为纤维素、半纤维素、果胶及木质素等。在海藻、水果、豆类外皮、谷物及蔬菜中，膳食纤维的含量都很丰富。由于人体中没有能够分解膳食纤维的酶，所以膳食纤维不能被人体消化，更不能被人体吸收。膳食纤维具有很多独特的功能，是重要的营养素。膳食纤维吸水量大，溶液黏度高，可结合胆酸，具有离子交换能力等特性，其生理功能如下：

① 降低血浆胆固醇。肝脏利用血液中的胆固醇制造胆汁，分泌的胆汁储存于胆囊中。人进食后，胆囊受到刺激而收缩，胆汁被排出，在小肠中帮助消化。如果食物中膳食纤维含量少，则胆汁中的大部分胆固醇会被重新吸收进入血液，这是引起血浆胆固醇升高的重要原因。而食物中膳食纤维含量高，则大部分胆汁会被纤维素吸附，并随粪便排出体外，重新被吸收进入血液的胆固醇只有一小部分，血浆胆固醇浓度降低，从而降低了高胆固醇血症及动脉粥样硬化等疾病的患病率。燕麦及蔬菜等高膳食纤维食物可降低 10%~50% 的血浆胆固醇，并且以低密度脂蛋白（约含 25% 蛋白质和 49% 胆固醇及胆固醇酯）为主，而高水平的低密度脂蛋白是动脉粥样硬化的诱因。

② 降低产能营养素的吸收及改善餐后血糖。膳食纤维的吸水性强、膨胀率大，因此可增加饱腹感，减少食物摄入量。膳食纤维具有很强的吸附性，可以吸附产能营养素，减少产能营养素的消化、吸收。膳食纤维还能促使胰岛素水平升高，平抑餐后血糖。这些有利于减少产能营养素的吸收和改善餐后血糖，对肥胖人群和高血糖人群的健康有利。

③ 改善大肠功能。膳食纤维可以增加粪便的体积和含水量，润滑并刺激肠道蠕动，使粪便在肠道内的通过速度加快，缩短粪便在肠道内的停留时间，增加排便次数，减少有害微生物代谢产生的亚硝酸盐、多环芳烃、胺、酚等在人体内的停留时间，降低肠道恶性肿瘤、便秘、痔疮的患病率。

虽然膳食纤维具有多种优良的生理功能，但并不是所有人群都适合食用高膳食纤维食物。膳食纤维可降低肠道消化酶的作用，可吸附营养素并在营养素和消化道之间形成物理屏障，这些作用对营养素来说是无选择性的，是对所有营养素都会产生的作用。食物中膳食纤维含量过高可降低蛋白质和脂肪 2%~3% 的表观消化率（详见本章第三节）。这些因素对正常人并不会产生健康影响，但是对一些特殊人群，如孕妇、儿童则会减少其营养素



的吸收, 同时也不利于消化道溃疡、营养不良等患病人群的康复。



二、糖的来源及摄入量

糖类的食物来源主要是植物。淀粉主要来源于谷类和根茎类食物, 如大米、面粉和马铃薯等。非淀粉的糖类, 如单糖、双糖和膳食纤维主要来源于蔬菜、水果。精制糖, 如红糖、白砂糖等也是糖类的来源之一。此外, 乳类中的乳糖是婴幼儿糖类的重要来源。

个体糖的摄入量根据年龄、性别、生活水平和工作强度等因素的不同而异。中国营养学会推荐糖类摄入量占总能量的 55%~65%, 相当于 350 g 糖类或 400 g 粮食。人的糖类来源以淀粉为主, 成人糖类平均需要量为每日 120 g, 孕妇糖类平均需要量为每日 130 g, 乳母糖类平均需要量为每日 160 g。膳食纤维推荐摄入量为 25~35 g。成人蔗糖等精制糖的摄入量不超过每日 25 g。

知识拓展



糖尿病患者需要控制糖的摄入量。糖尿病患者的主食提倡多选用粗杂粮。荞麦面、莜麦面、标准粉、二合面(玉米面混合黄豆面)、三合面(玉米面、黄豆面和白面的混合)等可作为糖尿病患者的推荐主食。糖尿病患者不可食用纯糖类食物及其制品, 如红糖、白砂糖、冰糖、葡萄糖、饴糖、蜂蜜、糖果、糕点、果酱、蜜饯、冰激凌等。特别嗜好甜食的患者可选用木糖醇、山梨醇、蛋白糖、甜菊苷等甜味剂代替。但是这些甜味剂用量也有限制, 如木糖醇日用量宜小于 50 g。

糖尿病患者还应限制蒜苗、土豆、芋头、藕、胡萝卜、鲜豌豆、蚕豆、高糖水果的食用, 这些食物含糖量也较高, 如需食用, 应当适量, 同时应减少主食摄入。

资料来源: https://www.baidu.com/bh/dict/ydxx_8551128700906702761?tab=%E6%97%A5%E5%B8%B8&title=%E7%B3%96%E5%B0%BF%E7%97%85&contentid=ydxx_8551128700906702761&subTab=%E9%A5%AE%E9%A3%9F&query=%E7%B3%96%E5%B0%BF%E7%97%85+%E9%A5%AE%E9%A3%9F&sf_ref=dict_home&from=dicta, 有改动。

小实验

唾液淀粉酶对淀粉的水解有催化作用

实验器材: 试管、烧杯、胶头滴管。

实验试剂: 唾液、淀粉糊、水、碘液。

操作过程: 分别向两支试管中加入等量淀粉糊, 向其中一支试管中加入唾液, 向另一支试管中加入水, 唾液和水的量均为 2 mL。将两支试管放入 37 ℃ 的恒温水浴箱中, 10 min 后取出, 然后分别向两支试管中滴加碘液。



实验现象：加入唾液的试管内容物颜色不变蓝，加入水的试管内容物颜色变蓝。

实验原理：唾液淀粉酶可以水解淀粉生成糖类物质，水不能水解淀粉。淀粉遇碘会变成蓝色。



课后作业

一、选择题

- 下列选项中不属于双糖的是 ()。
A. 蔗糖 B. 麦芽糖 C. 乳糖 D. 果糖
- 下列选项中遇碘显蓝色的是 ()。
A. 葡萄糖 B. 纤维素 C. 麦芽糖 D. 直链淀粉
- 糖类物质的主要食物来源是 ()。
A. 植物 B. 蛋类 C. 谷物 D. 肉类

二、填空题

- 根据分子结构的不同，糖类可分为三大类：_____、_____和_____。
- 食品中的粉条是利用淀粉的_____这一原理制成的。
- 根据结构的不同，淀粉分为_____和_____。

三、名词解释

- 乳糖不耐症
- 双糖
- 六大营养素

四、判断题

- () 所有糖类的分子式都符合 $H : O \approx 2 : 1$ 这个规律。
- () 长时间持续的严重低血糖会导致大脑的不可逆损伤。
- () 乳糖广泛存在于动植物中。

五、简答题

- 乳糖不耐症对人体健康有哪些不利影响？
- 膳食纤维的生理功能有哪些？
- 糖的生理功能有哪些？



第二节 脂 类

脂类是脂肪和类似脂肪物质的统称。它不溶于水而溶于有机溶剂，因此可以用脂溶性溶剂进行提取。脂类属于产能营养素。人体中的脂类约占体重的 14%。



一、脂类的组成及分类

脂类包括脂肪和类脂两类。

1. 脂肪

脂肪主要含碳（C）、氢（H）、氧（O）3 种元素。脂肪中可氧化的元素碳、氢的比例比糖类高，因此单位重量的脂肪放出的能量比同等重量的糖类多。生活中常见的动植物油脂，如猪油、羊油、大豆油、花生油为中性脂肪，主要成分为甘油三酯。甘油三酯由 1 分子甘油与 3 分子脂肪酸脱水缩合而成。食物中的甘油三酯占脂类物质的 95%，剩下的 5% 为类脂。人体中 99% 的脂类物质为甘油三酯，主要分布在皮下、腹腔和肌纤维间。参与构成甘油三酯的脂肪酸的种类多且结构复杂，它们根据化学结构不同可分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸两大类。

（1）饱和脂肪酸。如果脂肪酸分子中不含双键，碳原子全部以“C—C”的形式连接，则称为饱和脂肪酸。这部分脂肪酸在常温下呈固体，称为“脂”，以动物油为代表，如羊油、猪油等。

（2）不饱和脂肪酸。脂肪中的脂肪酸分子中如果含有双键，即某些碳原子之间以“C=C”的形式连接，则称为不饱和脂肪酸。若脂肪酸的碳链结构中只含 1 个双键，则称为单不饱和脂肪酸；若脂肪酸的碳链结构中有 2 个及 2 个以上的双键，则称为多不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸含量高，则常温下呈液态，称为“油”，常见于植物油，如大豆油、葵花籽油等。除植物外，一些动物，如深海鱼类体内也含有不饱和脂肪酸。

人体代谢需要，但是在体内合成不足或不能合成，只能从食物中获得的脂肪酸称为必需脂肪酸。必需脂肪酸具有许多重要的生理功能，如参与细胞膜、磷脂的构成，参与胆固醇代谢，降低放射线对皮肤的损害，修复机体组织，促进泌乳、新生组织的合成及婴儿生长发育等。如果必需脂肪酸长期摄入不足，人体就会出现皮肤干燥、龟裂，胆固醇在血管沉积，婴儿发育缓慢等情况。目前，亚油酸是已经确定的必需脂肪酸，它含有 2 个“C=C”，属于不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸中的花生四烯酸和亚麻酸也具有必需脂肪酸的生理功能，但是并不一定必须从食物中获得，可以由亚油酸转变而来。亚油酸主要存在于富含油脂的植物种子中，正常成人以每日摄入 6~8 g 为宜。



想一想

在日常生活中，人们经常接触到亚油酸和亚麻酸，本节内容简要介绍了亚油酸，那么亚麻酸又是什么？

2. 类脂

类脂的组成元素以碳、氢、氧为主，还含有氮(N)、磷(P)、硫(S)等。类脂常与脂肪同时存在。磷脂、糖脂、脂蛋白和固醇都属于类脂。其中，磷脂和固醇在营养学上有重要意义。

(1) 磷脂。甘油三酯中的1~2个脂肪酸被含有磷酸的基团取代所得到的物质称为磷脂。磷脂是细胞膜的重要组成成分，约占细胞膜质量的40%。磷脂可作为乳化剂，帮助脂类及脂溶性物质通过细胞膜，有助于脂肪的吸收。卵磷脂和脑磷脂对人体来说非常重要。动物脑、肝，蛋黄，大豆富含卵磷脂；动物脑、骨髓富含脑磷脂。

(2) 固醇。固醇包括胆固醇和类固醇。胆固醇主要存在于动物脑、肝脏和蛋黄中，类固醇在大豆、谷胚中含量丰富。胆固醇对人体具有非常重要的作用。胆固醇是细胞膜、神经组织、肾上腺素、胆汁、性激素、维生素D等物质的组成成分或合成材料。细胞大约聚集了人体90%的胆固醇。人体从食物中获得的胆固醇并不多，自身合成是胆固醇的主要来源。



二、脂类的生理功能

1. 储存并供给能量

脂肪经消化、吸收后，一部分用于构成人体组织，一部分氧化分解产生能量，另一部分则被储存起来。1 g脂肪在代谢过程中可释放约9 kcal的能量，而1 g糖类和1 g蛋白质均释放约4 kcal的能量，单位重量的脂肪所释放的能量要比同等重量的糖类和蛋白质多很多。脂肪是人体储存能量的一种形式，当人们摄入过量的糖类、脂类和蛋白质时，机体将无法及时消耗掉的产能营养素转化为脂肪储存在肠系膜、大网膜等处。当人体摄入的能量不能满足机体的需求时，这部分脂肪就会转化为能量，但是脂肪在人体缺氧的条件下是不能提供能量的。骆驼很好地利用了脂肪储能的这一特点，将营养素转化为脂肪储存在驼峰中，在食物缺乏时为机体提供能量。

2. 构成机体组织

脂类是构成细胞和人体组织的重要成分，如细胞膜、线粒体膜、细胞核膜和内质网膜等都离不开胆固醇和磷脂，而脑和神经组织则离不开糖脂。脂类物质一般不单独发挥作用，通常与蛋白质结合后形成脂蛋白，才能发挥相应的生理功能。

3. 维持体温恒定

脂肪是热的不良导体，体内温度不会因外界过冷而迅速降温，也不会因为过热而迅速升温。在降低身体内外热交换效率的同时，脂肪给了机体足够的时间通过排汗、肌肉摩擦



或人为增减衣物等方式调节体温。生活在寒冷地区的动物皮下脂肪比较厚就是这个道理。

4. 保护机体组织

身体内的脂肪组织柔软且有弹性，在运动过程中可降低组织之间的相互摩擦、挤压和撞击。同时，相邻组织之间的脂肪是与脏器相互粘连的，因此还起到固定器官的作用。

5. 帮助吸收脂溶性维生素

脂溶性维生素（维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K 及 β -胡萝卜素）只能溶解在脂肪或有机溶剂中，不能溶解在水中。因此，脂肪是脂溶性维生素的重要载体，可通过其他途径吸收的脂溶性维生素很少。大部分植物油、奶油、鱼肝油的脂溶性维生素含量都较高。当人体消化、吸收脂肪时，会将脂溶性维生素一同吸收进体内。例如，在烹饪胡萝卜等脂溶性维生素含量丰富的食物时，适量的油脂可促进脂溶性维生素的吸收就是这个道理。如果饮食中长期缺乏脂肪或因疾病而产生对脂类物质的消化、吸收或代谢方面的障碍，则人体缺乏脂溶性维生素的概率就会增高。

6. 供给必需脂肪酸

人体合成的必需脂肪酸不能满足机体的需求，只能从食物中获得。目前，已经确定的必需脂肪酸是亚油酸，而亚油酸只能从油脂中获得。一般情况下，植物油中亚油酸的含量比动物脂肪高。

7. 刺激食欲和增加饱腹感

脂肪可以赋予食物特殊的风味，刺激人的感官，使人产生食欲。但是，过多摄入脂肪会引起肥胖等健康问题。脂肪可以抑制消化道蠕动，增加胃排空时间，降低消化速度，增加饱腹感。



三、脂肪营养价值的评价

不同食品原料中脂肪组织的组成成分不同，故其营养价值也不同。脂肪营养价值的高低取决于这种脂肪的消化吸收利用程度及其必需脂肪酸和脂溶性维生素的含量。

1. 脂肪的消化率

脂肪只有被消化后才能被人体吸收利用，所以脂肪的消化率是衡量脂肪营养价值的重要指标之一。影响脂肪消化、吸收的因素有多种，熔点其中之一。脂肪中不饱和脂肪酸和低级脂肪酸含量越高，则熔点越低，也更容易被消化，其营养价值也越高。大多数植物油的不饱和脂肪酸含量相对较高，熔点较低，在常温下呈液态或被人食用后在体温的作用下转化为液态。胆汁容易将液态油脂以微小油滴的形式分散到消化液中，增大其与消化液的接触面积，这就是乳化作用。乳化作用增加了油脂与脂肪酶接触的面积和概率，所以熔点低的植物油容易消化。而动物脂肪的不饱和脂肪酸含量相对较低，在常温下呈黏稠状或固态，被人食用后由于熔点高于体温，在体内也不容易转化为液态，不能充分被胆汁乳化，所以消化率就低，营养价值也低。



2. 必需脂肪酸的含量

人体不能合成必需脂肪酸或合成量不能满足人体需求，而必须从食物中获得。油脂是人体获取必需脂肪酸的主要途径。因此，油脂中必需脂肪酸的含量是评价脂肪营养价值的重要指标。油脂所含必需脂肪酸越多，其营养价值也就越高。一般情况下，除椰子油以外的植物油，其必需脂肪酸含量比动物脂肪高，因此植物油的营养价值总体上高于动物脂肪。

3. 脂溶性维生素的含量

脂溶性维生素必须以油脂为载体才能被人体吸收，因此油脂中脂溶性维生素的含量也是衡量脂肪营养价值的重要指标。植物油中维生素 A 和维生素 D 的含量较少，但是维生素 E 的含量比动物脂肪多。家畜的皮下脂肪中几乎不含脂溶性维生素，但是肝脏中含有丰富的维生素 A 和维生素 D。此外，乳类和蛋黄中维生素 A 和维生素 D 的含量也很丰富。



四、糖的生理功能

1. 供给能量

糖类是人体最主要的能量来源。在维持人体生命活动中，糖类提供了 60%~70% 的能量。能够提供糖类的食物以谷物为主。糖类经水解转化为葡萄糖后再经氧化放热为机体提供能量。1 g 葡萄糖可为机体提供 17 kJ (约 4 kcal) 能量，比等量脂肪低，但是糖类食物比脂类食物来源广、易获得、价格低、耐储存、易消化，并且产生能量的速度比脂肪和蛋白质快。葡萄糖在被摄入体内 0.5~1 h 后就可为机体提供能量，可及时为机体补充能量。糖类氧化产生的二氧化碳和水对机体无害且容易排出体外。糖类是心脏、神经系统和肌肉的主要能源物质，葡萄糖是中枢神经唯一的能量来源。

2. 构成机体组织

人体组织离不开糖，人体的绝大部分器官，如神经等含有糖。人类软骨、细胞膜、激素、酶和遗传物质的构成都离不开糖的参与。

3. 帮助脂肪彻底氧化

人体脂肪完全氧化的最后产物是二氧化碳和水。当人体内葡萄糖含量不足时，脂肪不能完全氧化分解，会生成酮并在体内积蓄，而酮进一步代谢会产生具有酸性的脂肪酸，从而导致酸中毒。过多的酮在人体内积蓄会危害多个器官，尤其是大脑。糖可以帮助脂肪完全氧化，防止酮的产生和积蓄。为了防止酮中毒，人体每天至少需要摄入 50 g 的糖类物质。

饥饿和糖尿病会增加酮中毒的风险。人在饥饿的情况下，糖原迅速消耗殆尽，人体就会分解体内的脂肪提供能量。此时，由于缺少糖类的协助，脂肪不能充分氧化，导致了酮的积蓄。糖尿病患者的血液中含有大量葡萄糖，但其不能参与代谢，不能协助脂肪的氧化，也会导致酮的积蓄。



4. 提高蛋白质利用率

当体内糖类供给不足时,机体会分解食物中的部分蛋白质来提供能量,在某些情况下甚至有可能会分解机体组织中的蛋白质来维持生命活动。这不但会浪费食物中的蛋白质,而且会对机体各器官造成损害。若人每天摄入充足的糖类物质,机体就会优先利用糖类物质来供给能量。机体获得了足够的能量,就会避免利用食物蛋白分解放热,进而保证食物中的蛋白质能发挥自己特有的生理功能,同时也保护了各器官免受损害。

5. 提高肝脏的解毒能力

食物中糖类物质充足,肝脏会储备足够的肝糖原,从而增强肝脏功能并促进肝素的合成。肝素可与某些有机毒物、重金属和细菌毒素,如乙醇、四氯化碳、砷等结合而使其毒性降低或失去毒性。如果食物中糖类物质不充足,则肝糖原储备不足,肝脏的解毒能力就会明显下降,有毒物质则会损害肝细胞。因此,在饮酒前后食用糖类物质有利于保护肝脏。



五、膳食中脂肪的来源和供给量

人们摄入的脂肪来源复杂,除了受食物本身的影响外,还与地理环境、气候、季节以及人的年龄、劳动强度、消费水平和民族习俗等因素有关。人体也可以利用糖类和蛋白质合成脂肪。烹调用油是人体脂肪的重要来源,动植物是人体脂肪的主要来源。油脂丰富的植物种子(如花生、大豆)、家畜皮下脂肪和内脏(如猪油、肝脏)等都含有丰富的脂肪,奶油、蛋黄中也含有一定量的脂肪。

脂肪是人类必需的营养素,人每天必须补充一定量的脂肪。在膳食中,动植物脂肪应合理摄入,不能因动物脂肪所含必需脂肪酸低于植物油脂就很少或者不摄入,因为动物脂肪所含维生素A和维生素D是植物油所缺乏的。脂肪长期摄入不足会造成脂溶性维生素和必需脂肪酸缺乏,从而导致皮肤干燥、脱屑,甚至发育迟缓。但是,脂肪摄入过多同样会对人体健康造成危害。脂肪摄入过多会增加人患肥胖症、冠心病、高脂血症的风险。我国成人适宜的脂肪每日摄入量以占总能量的20%~30%为宜,折合成脂肪量为50~60 g,其中饱和脂肪酸含量要小于10%,这是包括烹调用油在内的所有脂肪的总和。《中国居民膳食指南》建议每天烹调用油用量为25~30 g。

知识拓展



因为食物中的饱和脂肪酸可引起血脂升高,所以人们应控制含饱和脂肪酸食物(如肥肉等)的摄入量,同时应控制胆固醇的摄入量。动物内脏中胆固醇的含量高,所以不适合高血脂症患者食用。人们在生活中要少吃动物的肾、脑、脊髓,以及黄鳝、干贝、鱿鱼、猪肉、羊肉、鸡皮、冷饮、蛋黄、黄油等;在烹饪时要少用动物油,但并不是绝对不摄入动物油。富含不饱和脂肪酸的食物有植物油与鱼类,如玉米胚芽油、芝麻油、豆油、花生油、深海鱼等。不饱和脂肪酸具有降低血浆胆固醇



的作用，因此人们在日常生活中可以适当多吃富含不饱和脂肪酸的鱼类、豆类，少吃油炸食品，少用油炸的方式烹饪动物性食材。健康的烹饪方法是蒸、煮等以水为热传递介质的烹饪方法。

资料来源：<https://baike.baidu.com/item/%E9%AB%98%E8%A1%80%E8%84%82%E5%90%83%E4%BB%80%E4%B9%88/9147462?fr=aladdin>，有改动。

课后作业

一、选择题

1. 人体中脂类约占体重的 ()。
A. 24% B. 30% C. 14% D. 40%
2. 目前, () 是已经确定的必需脂肪酸。
A. DHA B. 亚麻酸 C. 脂肪酸 D. 亚油酸
3. 脂肪中不饱和脂肪酸和低级脂肪酸含量越高, 则熔点 ()。
A. 越高 B. 不变 C. 越低 D. 不确定

二、填空题

1. 脂肪主要含 _____、_____、_____ 三种元素。
2. 甘油三酯由 1 分子 _____ 与 3 分子 _____ 脱水缩合而成。
3. 磷脂可作为 _____, 有助于脂肪的吸收。

三、名词解释

1. 必需脂肪酸
2. 磷脂
3. 不饱和脂肪酸

四、判断题

1. () 不饱和脂肪酸只存在于植物中。
2. () 人体的胆固醇主要来自机体的自身合成。
3. () 植物油中维生素 A 和维生素 D 的含量较少。

五、简答题

1. 脂类的生理功能有哪些?
2. 为什么植物油比动物脂肪容易消化?
3. 脂肪营养价值的评价标准有哪些?



第三节 蛋 白 质

蛋白质是结构复杂的有机化合物,是生命的物质基础和存在形式。生物的生命活动是由蛋白质来实现的。成人机体组织中蛋白质约占 16.3%,约占人体干重的 54%。人每天都处于蛋白质分解与合成的动态平衡中,所以人每天必须摄入足够的蛋白质以满足机体的需求。蛋白质长期摄入不足会对人体造成损害。



一、蛋白质的组成

1. 组成蛋白质的元素

组成蛋白质的元素主要有碳、氢、氧、氮 4 种。蛋白质是一种结构复杂的含氮有机化合物,部分蛋白质还含硫、铁(Fe)、磷、镁(Mg)、碘(I)等元素。糖类、脂类和蛋白质都含有碳、氢、氧三种元素。蛋白质中的氮元素是糖类和脂类所不具有的,因此蛋白质具有糖类和脂类不能代替的生理功能,是人体氮的唯一来源。大多数蛋白质的氮元素含量相对稳定,平均含量约为 16%。因此,食品检测时可先测定氮元素的含量,再推算出其蛋白质含量。

2. 组成蛋白质的基本单位

氨基酸是组成蛋白质的基本单位。人体将蛋白质完全消化后得到的产物是氨基酸,蛋白质是以氨基酸的形式被人体吸收的。人体摄入蛋白质的本质是为了获得氨基酸,然后将分解得到的氨基酸重新组合成人体所需要的蛋白质。自然界中的氨基酸有很多种,但是组成蛋白质的氨基酸主要有 20 种。大量氨基酸以肽键相连,然后以不同的排列顺序和多变的空问构象造就了蛋白质的多样性。

(1) 氨基酸的结构。氨基酸是既含有氨基($-\text{NH}_2$),又含有羧基($-\text{COOH}$)的有机物的统称,是羧酸分子上与羧基相连的碳原子(α 碳原子)上的氢被氨基取代得到的化合物。羧基使氨基酸具有酸性,氨基使氨基酸具有碱性,因此氨基酸具有两性,属于两性化合物。

(2) 氨基酸的分类。氨基酸有多种分类方式。营养学上按照获得方式将氨基酸分为必需氨基酸、非必需氨基酸和半必需氨基酸,按照比例关系将氨基酸分为第一限制氨基酸、第二限制氨基酸和第三限制氨基酸等。

① 必需氨基酸、非必需氨基酸和半必需氨基酸。

· 必需氨基酸。必需氨基酸是指人体不能合成或合成量不能满足机体需要,必须从食物获取的一类氨基酸。若人不从食物中获取必需氨基酸,就不能满足机体对氮的需求。成人所需的必需氨基酸有苯丙氨酸、蛋氨酸(甲硫氨酸)、赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、色



氨酸、苏氨酸和缬氨酸 8 种。对婴儿来说，组氨酸也是必需氨基酸。随着对氨基酸研究的不断深入，科学家建议将精氨酸也列为婴儿必需氨基酸。

· 非必需氨基酸。在组成人体蛋白质的氨基酸中，除了必需氨基酸必须由食物提供外，其他氨基酸可从食物中获得，也可由其他物质合成，或者由必需氨基酸转化得到。非必需氨基酸是指人体能够自行合成并且合成量能够满足机体需求，或者可由其他氨基酸转变而来，不需要从食物中获得的一类氨基酸。

机体蛋白质的合成需要必需氨基酸和非必需氨基酸的共同参与。非必需氨基酸也是构成蛋白质所必需的氨基酸，对人体来说同等重要，而并非人体不需要。非必需氨基酸包括甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、脯氨酸、精氨酸、天冬酰胺、胱氨酸、半胱氨酸、酪氨酸和组氨酸 12 种。

· 半必需氨基酸。有人将不用食物提供，可由其他氨基酸转化而来的氨基酸单独列为一类，称为半必需氨基酸或条件必需氨基酸。此类氨基酸如果能从食物中获取，就会减少必需氨基酸的消耗量。例如，酪氨酸可由苯丙氨酸转变而来，如果能从食物中获得足够的酪氨酸，就可以节省 50% 的苯丙氨酸。

构成人体蛋白质的 20 种氨基酸都是人体所需要的，缺一不可。

② 第一限制氨基酸、第二限制氨基酸和第三限制氨基酸。人体对氨基酸的需求是有比例关系的，按照比例调用不同的氨基酸才能合成目标蛋白质，这样食物中的蛋白质才能得到充分的利用。如果食物所提供的蛋白质中某种必需氨基酸过多，就会造成这种氨基酸的浪费；反之，则会降低其他氨基酸的利用率，不能合成完整的蛋白质。因此，在蛋白质合成过程中，相对于人体需求含量不足，降低其他氨基酸的利用率，限制机体蛋白质合成的必需氨基酸称为限制氨基酸。此类氨基酸以不同程度的递减顺序分为第一限制氨基酸、第二限制氨基酸和第三限制氨基酸，其中最缺乏的为第一限制氨基酸。第一限制氨基酸降低了蛋白质的营养价值，对蛋白质利用的影响最大。限制氨基酸在人的食物中很常见，如谷类的第一限制氨基酸是赖氨酸；花生、大豆等一般非谷类的第一限制氨基酸是蛋氨酸。而小麦、大米、燕麦中相对于第一限制氨基酸，次之的是苏氨酸，这是它们的第二限制氨基酸；玉米的第二限制氨基酸是色氨酸。



二、蛋白质在营养学中的分类

蛋白质的分类有多种形式。在营养学中，根据必需氨基酸的种类、含量、比例，蛋白质分为完全蛋白质、半完全蛋白质和不完全蛋白质。

1. 完全蛋白质

完全蛋白质属于优质蛋白质，含有人体所需全部种类的必需氨基酸，且含量可满足人体需求，其比例也与人体蛋白质的氨基酸模式相近。将完全蛋白质作为人体蛋白质的唯一来源可维持人体正常生命体征和身体健康，同时还能促进未成年人的生长发育。



2. 半完全蛋白质

半完全蛋白质含有人体所需全部种类的必需氨基酸，但其含量不能满足人体需求，或比例与人体蛋白质的氨基酸模式相差较大。将半完全蛋白质作为人体蛋白质的唯一来源可维持人体正常生命体征，但不能促进人体生长发育。

3. 不完全蛋白质

不完全蛋白质仅含部分人体所需的必需氨基酸。将不完全蛋白质作为人体蛋白质的唯一来源不能维持人体正常生命体征和健康，更不能促进人体生长发育，还会损害人体健康。不同种类的食物或相同种类食物不同部分的蛋白质种类都不一样，它们的营养价值也不一样。不同种类蛋白质的对比如表 1-1 所示。

表 1-1 不同种类蛋白质的对比

名 称	种 类	含 量	比 例	代表食物	对应蛋白质名称
完全蛋白质	全	充足	适当	乳类	酪蛋白、乳蛋白
				蛋类	卵白蛋白及卵黄磷蛋白
				肉类	白蛋白和肌蛋白
				大豆	大豆蛋白
				小麦	麦谷蛋白
				玉米	谷蛋白
				鱼类	鱼蛋白
半完全蛋白质	全	不充足	不适当	小麦、大麦	麦胶蛋白
不完全蛋白质	不全	—	—	动物皮、骨	胶蛋白：缺少胱氨酸、酪氨酸、色氨酸
				玉米	胶蛋白：缺少色氨酸、赖氨酸
				豌豆	豆球蛋白

植物与动物在自然界中的亲缘关系较远，植物蛋白与人体氨基酸模式相差较大，如植物蛋白大多缺乏蛋氨酸、赖氨酸、色氨酸和苏氨酸中的某几种。因此，对人类来说，动物蛋白的营养价值一般高于植物蛋白。



三、蛋白质的生理功能

蛋白质是生命存在的基本形式，人类所有的生理功能都是由蛋白质来完成的。蛋白质主要有以下生理功能。

1. 组成并修复机体组织

人体所有组织、器官，如心、肝、脾、胃、肾、皮肤、神经、血液、头发、指甲、骨骼、牙齿、抗体和干扰素等都是由蛋白质参与构成的，这是蛋白质非常重要的功能。人类



个体在生长发育过程中,组织的更新、增长,疾病或外伤导致的机体损伤,妊娠和哺乳,运动员训练都需要从食物中获得蛋白质。例如,大约10天,人体内将近一半的血浆蛋白质会得到更新。人体中抗体和干扰素的本质也是蛋白质。抗体是由抗原刺激使机体产生的具有保护作用的蛋白质,用以对抗外来病毒或细菌。干扰素是一类含有寡糖链的糖蛋白,其本质仍是蛋白质。成人體內蛋白质的含量为16.3%~18%,是含量仅次于水的营养素。

2. 调节生理功能

生命活动的有序进行离不开生物活性物质的调节,而蛋白质是调节生理功能的重要生物活性物质。具有调节生理功能作用的酶和激素都是蛋白质。人体内的生化反应是靠酶来催化的,没有酶的参与,这些生化反应或无法进行,或反应速度很慢,而绝大部分酶是蛋白质或由蛋白质参与组成。糖代谢需要的胰岛素、维持细胞渗透压的血浆蛋白、对抗外来病毒或细菌的抗体、血液中维持pH稳定的血红蛋白等,其本质都是蛋白质。

3. 运载功能

蛋白质具有重要的运载功能,如营养素的吸收转运、脂蛋白运送脂肪、血红蛋白携带氧气和二氧化碳等。

4. 供给能量

蛋白质是产能营养素之一,1g蛋白质能释放16.7kJ(4kcal)能量,人体每日有10%~15%的能量来自蛋白质。当摄入蛋白质的氨基酸模式和人体氨基酸模式差异较大或者摄入量过多时,摄入的蛋白质除了发挥正常生理功能外,剩下的部分还可在机体内发生氧化反应并释放能量。如糖类、脂类摄入不足,机体为了维持正常的生命体征,蛋白质分解供能的现象就更加明显。虽然蛋白质能够提供能量,但这不是蛋白质主要的生理功能,利用蛋白质提供能量是对蛋白质的一种浪费。为了充分发挥蛋白质的生理功能,人每天需要摄入足够的糖类和脂类,以充足、高效的方式提供能量。



四、食物蛋白质营养价值评价

不同食物中蛋白质的组成、含量不同,其营养价值也不同。人类摄入蛋白质的最终目的是获得氨基酸。评价食物蛋白质营养价值的重要指标之一是考察完全蛋白质的含量,也就是看必需氨基酸的种类是否齐全、含量是否充足以及比例是否适当。完全蛋白质含量越高,则蛋白质的营养价值就越高。

1. 蛋白质的含量

食物中蛋白质含量的高低是评价蛋白质营养价值高低的基础。即使食物所含的蛋白质全部都是完全蛋白质,但是含量太低,不能满足人体需求,这种食物的营养价值仍然不高。

目前尚无法直接测定食物中蛋白质的含量,一般采用间接测量法。食品检测中采用凯氏定氮法测量蛋白质的含量。由于蛋白质是人体氮元素的唯一来源,并且含量比较稳定,



一般为 15%~18%，大多数蛋白质中氮的平均含量为 16%，所以人们可以通过测定食品中氮元素的含量然后换算出蛋白质的含量。其公式如下：

$$\text{食品蛋白质含量} = \text{氮含量} \div 16\% = \text{氮含量} \times 6.25$$

式中，6.25 为蛋白质的换算系数，其含义为 1 g 氮元素相当于 6.25 g 蛋白质。

凯氏定氮法正是利用了这一原理。事实上，不同食物中蛋白质的换算系数是不同的，如果需要准确计算某种食物中的蛋白质含量，就需要采用这种食物具体的蛋白质换算系数。例如，芝麻的蛋白质换算系数为 5.30。部分食物的蛋白质含量如表 1-2 所示。

表 1-2 部分食物的蛋白质含量

单位：g/100 g

食 物	蛋白质含量	食 物	蛋白质含量	食 物	蛋白质含量
小麦粉 (标准粉)	11.2	小麦粉 (特二粉)	10.4	挂面 (标准粉)	10.1
小米	9	馒头(标粉)	7.8	猪肉(肥瘦)	13.2
米饭(粳米)	2.6	黄豆(大豆)	35.1	猪肉(瘦)	20.3
大米	7.4	米粥(粳米)	1.1	猪肉(里脊)	20.2
玉米(白)	8.8	牛肉(肥瘦)	18.1	豆腐	8.1
玉米(黄)	8.7	牛肉(瘦)	20.2	豆浆	1.8
玉米(鲜)	4.0	羊肉(肥瘦)	19.0	香肠	24.1
小米	9.0	羊肉(瘦)	20.5	鸡蛋(红皮)	12.8
马铃薯	2.0	草鱼(白鲢)	16.6	鸡蛋(白皮)	12.7
米饭(粳米)	2.5	鲢鱼(鲢子鱼)	17.8	四季豆	2
荞麦	9.3	鳙鱼(胖头鱼)	15.3	胡萝卜(红)	1
面筋(水)	23.5	大黄花鱼	17.7	大白菜	1.7
面条(煮) (富强粉)	2.7	小黄花鱼	17.9	鸡腿	16.4
鸭肉	15.5	带鱼	17.7	鸡肉	20.3
牛乳	3.0	鲫鱼	17.1	鲤鱼	17.6

2. 蛋白质的消化

蛋白质的营养价值很高，但如果不能被机体消化，就不能被吸收利用，营养价值再高也没有实际意义。因此，蛋白质被机体消化的程度是评价蛋白质营养价值的重要因素。蛋白质被机体消化的部分与蛋白质摄入总量的比值称为蛋白质的消化率。消化率越高的蛋白质，其可供机体吸收利用的量就越大，营养价值相对就越高。如果不考虑死亡分解的肠道微生物和肠道黏膜脱落细胞中的氮元素，则蛋白质的消化率可用其表观消化率表示，公式为

$$\text{食物蛋白质的表观消化率} = [(\text{摄入氮} - \text{粪氮}) \div \text{摄入氮}] \times 100\%$$

式中，粪氮表示不能被消化吸收而随粪便排出体外的氮。

影响蛋白质消化的因素有很多，如食品原料种类、加工方式、蛋白质自身结构及个体的消化机能等，其中食品原料种类是这些因素中的主要因素。植物中的纤维素不能被人体



消化,而植物蛋白又被纤维素包围或与蛋白质纠缠在一起,这就形成了与消化酶接触的物理屏障,导致植物性食物的消化率在总体上比动物性食物低。此外,部分动、植物性食物还含有蛋白酶抑制因子,该因子会降低蛋白酶的活性,进而降低对应的蛋白质的消化率。但是经过适当的加工,将蛋白酶抑制因子或植物纤维破坏,使蛋白酶抑制因子失活或使纤维素与蛋白质分离,就可以提高食物中蛋白质的消化率。黄豆加工方式对消化率的影响如表 1-3 所示。

表 1-3 黄豆加工方式对消化率的影响

名 称	加工方式	蛋白质消化率 /%	原因或机制
生黄豆	未加工	54	蛋白酶抑制因子降低蛋白酶活性
熟大豆(完整)	加热	60	蛋白酶抑制因子被破坏
豆浆	研磨	85	大部分纤维素被破坏
豆腐	蛋白质凝固	90	进一步滤除纤维素

加工方式不但可以促进植物蛋白的消化,而且有利于动物蛋白的消化,如通过不同的加工方式,鸡蛋的消化率变化规律为:冲蛋花>荷包蛋>煮鸡蛋(带壳)>油炸蛋/油煎蛋。

个体及环境因素,如情绪、疾病、进餐规律及就餐环境等也会对蛋白质的消化产生影响。但是,它们并不是蛋白质本身的因素,因此,这些因素不能作为评价食物蛋白质营养价值的指标。

3. 食物中必需氨基酸的种类、含量和比例

蛋白质不同,其所含必需氨基酸的种类、数量和比例也不同。某种必需氨基酸过多会造成自身浪费,增加机体负担;过少则会降低其他氨基酸的利用率。机体在合成蛋白质时,必需氨基酸比例应处在一个合适的范围,能以最高的效率及最节约的方式合成人体所需蛋白质,这称为氨基酸模式。

蛋白质中,必需氨基酸中色氨酸的含量最少,因此将色氨酸计为 1.0,将其他必需氨基酸与色氨酸的比值与人体氨基酸模式相比较,比例与人体氨基酸模式越接近,则蛋白质的营养价值越高。几种食物蛋白质与人体氨基酸模式如表 1-4 所示。

表 1-4 几种食物蛋白质与人体氨基酸模式

氨 基 酸	人体	全蛋	蛋白	牛乳	牛肉	瘦猪肉	大豆	面粉	大米
色氨酸	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
苯丙氨酸 + 酪氨酸	3.9	5.4	5.9	7.0	5.9	5.4	2.8	7.4	6.8
蛋氨酸 + 半胱氨酸	2.4	3.5	4.1	2.2	3.4	2.8	1.4	3.2	3.3
赖氨酸	5.7	4.0	4.7	5.8	6.9	6.1	4.5	2.2	1.9
亮氨酸	6.9	5.3	6.1	6.5	7.1	5.7	6.2	6.7	5.7
异亮氨酸	4.1	3.2	2.9	3.2	4.1	2.7	4.1	3.4	3.8
苏氨酸	3.0	2.9	3.1	2.9	3.8	2.9	3.2	2.7	2.7
缬氨酸	4.7	3.7	3.8	4.9	4.9	4.2	2.8	4.1	4.1



食物中必需氨基酸的种类是否齐全、含量是否充足、氨基酸模式是否适当，是评价食物中蛋白质总体营养价值的重要指标。食物中一般含有几种或多种蛋白质，如果这些蛋白质不是完全蛋白质，但它们之间的必需氨基酸相互取长补短，相互补充，综合起来具有完全蛋白质的性质，那么这种食物蛋白质的总体营养价值仍然比较高。也就是说，若食物中所有蛋白质总体上必需氨基酸种类齐全、含量充足、氨基酸模式接近人体氨基酸模式，则其利用率高，蛋白质营养价值也高。

4. 蛋白质的利用

食物经消化、吸收后，蛋白质在体内的利用程度越高，则蛋白质的营养价值越高。蛋白质被机体利用的程度称为蛋白质的利用率。蛋白质利用率的测定方法有多种，测定蛋白质的生物学价值（简称生物价）是常用方法之一。蛋白质的生物价也称生理价值，最高为100，其计算公式为

$$\text{生物价} = (\text{体内储留氮} \div \text{吸收氮}) \times 100\%$$

如果某种食物中蛋白质种类齐全、含量充足、比例与人体氨基酸模式相近，则其利用率就高，生物价也高，营养价值也就高。一般来说，动物性食物蛋白质的营养价值要比植物性食物蛋白质高。在非加工食品中，鸡蛋蛋白质的氨基酸模式与人最接近，其利用率比其他食物蛋白质都高。



五、蛋白质的互补作用

自然界中没有哪一种食物所含蛋白质能够满足人体的所有需要。所以，增加某一种食物的摄入量不会改变摄入蛋白质的种类和氨基酸模式，也不会提高这种食物蛋白质的生物价。例如，偏食、挑食会导致营养不均衡；而多种食物混合食用，不同食物蛋白质的氨基酸就会相互补充，从而提高蛋白质的营养价值。

两种或两种以上食物混合食用时，食物蛋白质中必需氨基酸的种类、含量和氨基酸模式就可以相互补充。食物混合食用后，蛋白质氨基酸模式接近人体氨基酸模式，提高了混合蛋白质的生物价，这就是蛋白质的互补作用。例如，玉米的蛋氨酸含量稍高，但赖氨酸、色氨酸含量不足；而大豆的蛋氨酸含量较低，赖氨酸较充足。玉米和大豆单独食用，其生物价都较低，但是二者混合食用后，氨基酸相互补充，生物价明显提高。同理，大豆、小米、玉米混合食用，小麦、小米、大豆和牛肉混合食用，都是蛋白质互补作用的良好案例。

日常饮食提倡荤素搭配、主副搭配、粗细搭配，这些都有利于提高食物的生物价。为了充分发挥蛋白质的互补作用，人们应注意以下几点：

1. 食物亲缘关系越远越好

食物亲缘关系越近，则限制氨基酸的种类越可能相同。食物亲缘关系越远，氨基酸模式相差越大，这样在氨基酸的种类和比例上能更好地相互补充。如动、植物性食物混合食用的效果要比不同植物性食物混合食用的效果好。



2. 混合食用食物的种类越多越好

食物种类越多，氨基酸种类越全，能更好地发挥蛋白质的互补作用。

3. 食用时间间隔越短越好

氨基酸大约在血液中停留 4 小时，之后会被人体组织利用，合成不同组织所需的蛋白质。不能被及时利用的氨基酸会被分解或氧化，所以机体对氨基酸的储存量很少。合成新蛋白质的过程需要相关氨基酸同时参与，如果在合成过程中缺乏某种氨基酸，就会导致机体合成新蛋白质的过程受阻。为了保证机体合成蛋白质时各种氨基酸数量充足、种类齐全，人们食用不同食物的时间间隔要尽量短，最多不要超过 5 小时，最好同时食用。



六、我国居民蛋白质的食物来源和供给量

1. 我国居民蛋白质的食物来源

蛋白质在自然界中广泛存在，如禽畜肉类、鱼类、乳类、蛋类等动物性食物和大豆、坚果等植物性食物都含有丰富的蛋白质。大豆虽然是植物性食物，但是干豆的蛋白质含量可达 36%~40%，并且属于完全蛋白质。动物性食物的蛋白质含量总体上较高，氨基酸模式与人类相近，属于完全蛋白质，但动物性食物胆固醇和饱和脂肪酸的总体含量相对也较高。植物性食物除大豆外多为半完全蛋白质或不完全蛋白质，且其消化率较低。因此，人们在进餐时要适当搭配肉类和大豆，利用蛋白质的互补作用弥补单独食用其中一类食物的缺点。谷类的蛋白质含量虽然不高（6%~10%），但其是我国居民的主食，摄入量较大，如每日成人谷类摄入约为 500 g，我国居民 60%~70% 的蛋白质来自谷类，因此谷类仍是我国居民蛋白质的主要来源。

我国居民日常膳食应当做到合理搭配，增加完全蛋白质，如动物蛋白、大豆蛋白等的摄入。成人完全蛋白质的摄入量占蛋白质总摄入量的比例以 30%~50% 为宜，婴幼儿、孕妇、外伤患者等特殊人群完全蛋白质的摄入比例应更高。

2. 我国居民蛋白质的供给量

一般情况下，每日 30 g 蛋白质便可维持成人的正常生理功能。但是，需要量不同于摄入量，由于人体对蛋白质的消化、吸收和利用程度不能达到 100%，并且个体之间还存在差异，所以摄入量要大于需要量。如果考虑消化、吸收和利用程度，成人每日蛋白质摄入量以按 0.8 g/kg（体重）计算为宜。

我国居民以谷物为主食，蛋白质的主要来源是植物性食物，完全蛋白质摄入较少，并且其消化、吸收和利用程度较低，因此我国居民成人每日蛋白质摄入量按每千克体重计算以 1.0~1.2 g 为宜。假如取 1.16 g，则一个体重为 70 kg 的成人的每日蛋白质摄入量为 $70 \times 1.16 = 81.2$ g。若按每日所需能量计算，成人蛋白质摄入量应占总能量的 11%~14%，儿童和青少年由于生长需要，蛋白质摄入量应占总能量的 13%~14%。如果考虑性别、劳动强度、外伤、疾病等因素，蛋白质摄入量的计算更为复杂，如《中国居民膳食营养素参



考摄入量（2013版）》推荐的蛋白质摄入量，成年男性为每日 65 g，成年女性为每日 55 g，孕中期妇女为每日 70 g，孕晚期妇女为每日 85 g，乳母为 80 g。

蛋白质长期摄入过少或过多都会对健康产生危害。蛋白质长期摄入过少会影响未成年人的生长发育，并可导致成人出现消瘦、外伤伤口不易愈合、母乳蛋白质含量降低等情况。蛋白质长期摄入过多，超过人体需要量的蛋白质会发生分解或氧化，导致蛋白质的浪费，还会增加消化系统和肝脏、肾脏等脏器的负担。

知识拓展



不同人群每天所需要蛋白质的量是不一样的，摄入量过低、过高都会对健康产生不利影响。《中国居民膳食营养素参考摄入量（2013版）》给出了蛋白质的推荐摄入量（RNI）。推荐摄入量指可以满足某一特定性别、年龄及生理状况群体中绝大多数个体（97%~98%）需要量的摄入水平。推荐摄入量可以满足机体对该营养素的需要，维持组织中适当的营养素储备，保持身体健康。中国居民膳食蛋白质推荐摄入量如表 1-5 所示。

表 1-5 中国居民膳食蛋白质推荐摄入量

年龄 / 岁	蛋白质 RNI / (g · d ⁻¹)		年龄 / 岁	蛋白质 RNI / (g · d ⁻¹)	
	男	女		男	女
0~	1.5~3 g/(kg · d ⁻¹)		重体力活动	90	80
0.5~		20	孕妇		+5~+15
1~	+35	35	乳母		+20
2~	40	40	50~		+0
3~	45	45	轻体力活动	75	65
4~	50	50	中体力活动	75	65
5~	55	55	重体力活动	75	65
6~	55	55	60~		
7~	60	60	轻体力活动	75	65
8~	65	65	中体力活动	75	65
9~	65	65	70~		
10~	70	65	轻体力活动	75	65
11~	75	75	中体力活动	75	65
14~	85	80	80~		
18~			轻体力活动	75	65
轻体力活动	75	65	中体力活动	75	65
中体力活动	80	70			

资料来源：http://www.360doc.com/content/15/0119/11/7349534_441997944.shtml，有改动。



想一想



蛋白质是一类对人体非常重要的营养物质，请思考一下，是不是所有人群都适合摄入充足的蛋白质？



课后作业

一、选择题

1. 成人机体组织蛋白质含量约为 ()。
A. 10.3% B. 13.3% C. 16.3% D. 18.3%
2. 成人机体蛋白质含量为 ()，是仅次于水的营养素。
A. 10.3% ~ 12% B. 13.3% ~ 15% C. 16.3% ~ 18% D. 25.3% ~ 28%
3. 下列选项中属于非必需氨基酸的是 ()。
A. 赖氨酸 B. 色氨酸 C. 丙氨酸 D. 苏氨酸

二、填空题

1. 组成蛋白质的元素主要有 _____、_____、_____、_____ 4 种。
2. _____ 是组成蛋白质的基本单位。
3. 1 g 氮元素相当于 _____ g 蛋白质。

三、名词解释

1. 必需氨基酸
2. 完全蛋白质
3. 氨基酸模式

四、判断题

1. () 自然界中存在的氨基酸都可以组成蛋白质。
2. () 牙齿由钙组成，不含蛋白质。
3. () 非必需氨基酸也是人体所需要的氨基酸。

五、简答题

1. 为什么摄入足够的糖类可以节省蛋白质？
2. 什么是蛋白质的互补作用？
3. 蛋白质的生理功能有哪些？