

# 概 述

## 一、营养学基本概念

“民以食为天”，说明食品与人体健康和生存的关系密切。人们每天摄取的各种食物是维持机体新陈代谢和保持正常生命活动以及生产劳动的最基本条件，人体通过摄取、消化、吸收和利用食物中的营养素来维持其生命活动。营养是人类摄取食物满足自身生理需要的生物学过程。

根据我国《食品卫生法》的规定 食品是指各种供人食用或饮用的成品或原料 以及按照传统既是食品又是药品的物品，但是不包括以治疗为目的的物品。食物中具有营养作用的有效成分称为营养素。营养素分为六大类 糖类、脂肪、蛋白质、维生素、矿物质和水。近年来 由于膳食纤维在食品保健中的重要作用，有人将其称之为第七种营养素。根据营养素能否在体内合成或由其他物质转变而来，又分别把营养素分为必需营养素和非必需营养素。目前已知有 40~45 种人体必需营养素，并且存在于食品中。从营养学和食品科学或食品加工的角度来说，应尽量使这些营养素不受破坏。

机体的合理营养是通过平衡膳食来实现的，但是由于没有一种天然食物含有人体需要的全部营养素，因此，多样化的天然食物是实现平衡膳食的物质基础，而强化食品则是实现合理营养的补充措施。

营养学是研究人体营养规律及其改善措施的科学。所谓人体营养规律，包括人体在一般生活条件下和特殊生理条件下，或者在特殊环境条件下的营养规律。所谓改善措施包括纯生物学的措施和社会性的措施；同时还包括措施实施的根据与采取措施后的效果评价。

营养学与生理学、生物化学、食品化学、病理学、药理学、临床医学、预防医学、农业科学、食品科学、烹饪科学、食品卫生学、心理学、经济学及食品的商品学等都有密切的关系 其中生物化学是饮食和营养学科最直接的基础。由于社会文化发展不同，营养问题还可能与某些人的宗教、信仰等有关。

## 二、营养学的研究内容及在食品科学中的地位

食品营养学就是研究食物与人体健康关系的一门科学。

食品营养学是从生物学的角度研究机体对营养的需求，同时又有很强的社会实践性。所以本学科的研究内容 主要包括人体在一般条件下对各种营养素的需要 (营养学基础) 在特殊生理条件或特殊环境条件下的营养需求，各类食品的营养价值，加工烹调 and 贮存过程对食物营养素的影响 营养与一些慢性疾病的防治 食品中各种营养素的检测 食品强化 食品保健 食品新资源开发利用，营养调查和营养检测等内容。

营养学与食品科学或食品工艺学关系密切。可以认为，营养学是研究食品对人体健康的影

响，或者是人体以最有益于健康的方式来利用食品的科学。对于从事食品科学或食品加工的人员来说，则应更多地关注食品加工过程对营养素的影响，尽量减少食品加工、烹饪、贮存过程中营养素的损失，保存并进一步提高食品的营养价值。

# 第一章 营养学基础

## 知识目标：

- 掌握蛋白质 脂肪 糖类 钙 铁 碘 锌 维生素 A、D、E、B<sub>1</sub> B<sub>2</sub> 烟酸和维生素 C 的生理功能 食物来源；掌握影响钙 铁 碘 锌 维生素 A、D、E、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 烟酸和维生素 C 吸收的因素和营养缺乏症及中毒症状。
- 熟悉蛋白质、脂肪的营养价值评价 各种营养素在食品加工中的作用和在生产加工、贮存过程中的变化。
- 了解各类营养素的吸收过程、供应量。

## 能力目标：

- 能应用各种营养素的基本功能解释营养缺乏症的基本病因。
- 能利用营养素的食物来源知识制定某类人群的平衡膳食食谱。
- 能制定出各种营养缺乏症的营养治疗原则。

## 第一节 蛋 白 质



### 预习导航

本节主要讲述蛋白质的组成和分类,蛋白质的营养学意义和蛋白质在食品加工中的作用以及在生产贮存过程中的变化,氨基酸与必需氨基酸的概念,食物蛋白质质量评价,蛋白质的食物来源等内容,并从氮平衡的角度阐述了蛋白质的质量与需要量及其之间的关系。

### 一、蛋白质的组成和分类

蛋白质是人体细胞的结构和功能不可缺少的复杂有机化合物,没有蛋白质就没有生命。在食品中 蛋白质除了保证食品的营养价值外 还影响食品的色、香、味及质构等特征。

蛋白质主要由碳、氢、氧和氮组成 部分蛋白质还含有硫、磷。

在植物中,蛋白质大多集中在生长旺盛部分,特别是叶和种子。植物能够利用太阳把空气和土壤中比较简单的无机化合物 如二氧化碳、水、氮和硫合成自身蛋白质。因此 植物和一些能够合成这些物质的细菌是所有蛋白质的最初来源。

在动物体内,蛋白质的分布比在植物体内广泛得多,机体蛋白质是很多结构和防护组织,如骨骼、韧带、头发、指甲、皮肤和软组织的主要成分。除了细菌在反刍动物的瘤胃中作用外 动物,包括人类都缺乏从简单无机物合成自身蛋白质的能力,而必须依靠植物和其他动物作为膳食蛋

白质的来源。因此，人类膳食中必须含有一定数量的蛋白质。

蛋白质是由氨基酸组成的高分子化合物，相对分子质量相差很大，结构相当复杂，但经水解以后 最终的产物都是 20 多种氨基酸，氨基酸是组成蛋白质的基本单位。

## 二、蛋白质的功能

### (一) 蛋白质的营养学意义

1. 构成机体，建造或修补、更新组织 食物中蛋白质最主要的作用是供给人体合成蛋白质所需要的氨基酸 由于糖类和脂肪只含碳、氢、氧 不含氮 所以蛋白质是人体中唯一的氮来源 这是糖类和脂肪不能代替的作用。

成人体内蛋白质约占总体重的 16.3% 亦即一个体重 60 kg 的人约有 9.8 kg 蛋白质。人体蛋白质处在不断合成与分解的动态过程中，每天约有 3% 的蛋白质参与更新，但不同年龄的人体内蛋白质合成率不同，新生儿、婴儿合成率高。摄入蛋白质经消化吸收后，成人主要用于组织蛋白更新 婴幼儿、青少年、孕妇、乳母除维持组织蛋白质等外 还要合成新组织。食物只有提供含必需氨基酸种类齐全、数量充足、比例适宜的蛋白质 才能保证机体的生长和发育。

2. 生命的重要物质基础 蛋白质是人体一切细胞、组织的重要组成成分，生命现象总是和蛋白质同时存在的。如新陈代谢中的化学变化绝大多数是借助酶的催化作用迅速进行的；激素对机体的繁殖、生长、发育及适应内外环境变化具有重要作用；氧在血液中的运输就是靠血红蛋白完成的 机体的一切机械活动及各脏器的主要生理功能的完成 如肢体的运动、心脏的跳动、胃肠运动、肺的呼吸等都是靠肌肉中肌纤维蛋白的收缩与舒张来实现的；机体免疫物质的合成需要蛋白质 蛋白质是两性物质 能与酸或碱进行化学反应 维持血液酸碱平衡 核蛋白及其相应的核酸是遗传的物质基础。

3. 氧化供应能量 蛋白质在体内的主要功能并非供给能量，但它也是一种能源物质，特别是当糖类与脂肪供给量不足时，蛋白质可代之供能。每克蛋白质在体内氧化供能约 16.7 kJ (4 kcal)。通常蛋白质的供能是由体内旧的或已破损的组织细胞中蛋白质分解，以及由食物中一些不符合机体需要的或摄入量过多的蛋白质燃烧时所放出的，人体每天所需要的能量约有 11%~14% 来自蛋白质。

需要指出的是，利用蛋白质作为热能来源是不经济和不科学的，一方面，它使膳食中的蛋白质不能被有效地合成人体组织蛋白质，甚至不能维持人体组织蛋白质的平衡而需要消耗组织蛋白；另一方面，氨基酸在分解放出热能过程中，首先经脱氨基作用产生的有毒产物氨需经肝脏的代谢作用将其转化成尿素和尿酸从尿中排出 因此 氨基酸的分解、排泄 将给肝、肾等器官增加负担。假如人体每天膳食中含有充足的糖类和脂肪用以提供能量，则膳食中的蛋白质就可以不被用以热能消耗 从而发挥其构成机体、修补组织和调节生理功能的作用 肝、肾等器官也不会因为过多氨基酸的分解而负担过重。

### (二) 蛋白质在食品加工中的作用

蛋白质可赋予食品良好的感官形状和重要的功能特性。例如，肉类成熟后持水性和嫩度增加，大大提高了肉的可口性。蛋白质有起泡性，如鸡蛋清蛋白就具有良好的起泡能力，在食品加工中常被用于糕点和冰淇淋的生产。

作为高分子物质，蛋白质有乳化、增稠性能，不同蛋白质的乳化力不同。由乳酪蛋白制成的

酪蛋白酸钠具有很好的乳化、增稠性能，尤其是其热稳定性强。如酪蛋白酸钠可用于做椰子汁或应用于午餐罐头等食品的生产，虽经 120 °C 高温杀菌 1 h 亦无不良影响。

小麦中的面筋蛋白质吸水胀润后在面团中形成坚实的面筋网，并具有特殊的黏性和延展性等。它们在食品加工时使面包、面条、饼干具有各种重要、独特的性质。

### 三、蛋白质的需要量与氮平衡

机体对蛋白质的需要量，通常以氮平衡 (nitrogen balance) 来测试。在一定时间内 (24 h) 若摄入的氮与排出的氮相等 称之为氮平衡 若摄入的氮大于排出的氮 则称为正氮平衡 反之则为负氮平衡。因此，氮平衡是反映体内蛋白质代谢情况的一种表示方法，实际上是指蛋白质摄入量与排出量之间的对比关系。由于直接测定食物中和体内消耗的蛋白质有很多困难，各种食物蛋白质的含氮量相当接近 (约占 16%)，一般食物中的含氮物质又大部分是蛋白质，所以常用测含氮量的方法间接了解蛋白质的平衡情况。

氮平衡的表示方法为

$$\text{摄入氮} = \text{尿氮} + \text{粪氮} + \text{通过皮肤或其他途径排出的氮}$$

尿氮主要包括尿素氮、尿酸及肌酐等 其中尿素氮与膳食中蛋白质有关 而肌酐则不受膳食氮影响。粪氮包括食物中未被吸收的氮、肠道分泌物及肠道脱落细胞中的氮。皮肤排出氮包括表皮细胞、毛发、指甲、分泌物中的氮 其他途径排出的氮指月经、射精等丧失的部分。

机体在完全不摄入蛋白质的情况下，体内蛋白质仍在分解与合成，只是处在负氮平衡状态，这种状态持续几天后，氮的排出将维持在一个较低恒定水平。此时通过尿、粪及皮肤等一切途径损失的氮，是机体不可避免要消耗的氮，称为必要的氮损失，一般成人按每千克体重计 [54 mg/(kg·d)] 成人体重按 65 kg 计 则每日从尿、粪、皮肤等途径损失的氮约为  $65 \times 54 = 3510$  (mg) 折合成蛋白质约为 22 g 蛋白质。实际上成人摄入 22 g 食物蛋白质还不足以维持以上氮平衡，因为食物蛋白质的组成与人体蛋白质的组成不完全相同，再加上消化率的影响，根据实验成人每日约需进食 45 g 蛋白质才能补偿机体蛋白质的分解损失。

### 四、氨基酸与必需氨基酸

人体蛋白质由 20 种  $\alpha$ -氨基酸按不同组合构成，并已确定 8 种氨基酸在人体内不能合成或合成速度不能满足机体的需要，必须从食物中补充。这些氨基酸称为必需氨基酸 (EAA) 它们是亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸和缬氨酸。另有组氨酸为婴儿所必需。近来有人证明组氨酸也是成人必需氨基酸。

非必需氨基酸并非机体不需要，它们都是蛋白质的构成材料，并且必须以某种方式提供，只是因为体内能自行合成，或可由其他氨基酸转变而来，可以不必由食物供给。非必需氨基酸通常有 13 种：甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸、胱氨酸、半胱氨酸、天冬氨酸、天冬酰胺、谷氨酸、谷氨酰胺、酪氨酸、精氨酸、脯氨酸和羟脯氨酸。

在必需氨基酸中 蛋氨酸在体内可以合成胱氨酸 故胱氨酸可节约蛋氨酸 同样 苯丙氨酸可以合成酪氨酸，故酪氨酸亦可节约苯丙氨酸。因此，当膳食中胱氨酸及酪氨酸的含量丰富时，体内即不必耗用蛋氨酸和苯丙氨酸来合成这两种非必需氨基酸，从而减少机体对蛋氨酸和苯丙氨酸的需要量。因此 人们将胱氨酸和酪氨酸称为“半必需氨基酸”。

食物蛋白质被机体利用的程度取决于组成食物的蛋白质必需氨基酸含量和相互比例。这种蛋白质中各种必需氨基酸的构成比例即为氨基酸模式。

当膳食中蛋白质所提供的必需氨基酸的数量和比例与人体组织蛋白的氨基酸构成比例相近时，食物蛋白质才能达到最高的利用率，如果食物蛋白质中一种或几种必需氨基酸含量偏低，则合成人体组织蛋白时，只能进行到这一氨基酸用完为止，其他氨基酸虽然含量丰富，其利用率也受到限制。同理，当膳食中蛋白质所提供的某种氨基酸的数量过多，而降低在结构上与其近似的其他氨基酸的利用。所以，一种食物蛋白质必须同时具备种类齐全、数量充足、比例适当的必需氨基酸，才具有较高的营养价值。

氨基酸模式的计算方法是将该种蛋白质中的色氨酸含量定为 1 分别计算出其他必需氨基酸的相应比值，这一系列的比值就是该种蛋白质氨基酸模式。见表 1-1。

表 1-1 几种中国食物和人体蛋白质氨基酸模式

氨基酸	人体	全鸡蛋	鸡蛋白	牛奶	瘦猪肉	牛肉	大豆	面粉	大米
异亮氨酸	4.0	2.5	3.3	3.0	3.4	3.2	3.0	2.3	2.5
亮氨酸	7.0	4.0	5.6	6.4	6.3	5.6	5.1	4.4	5.1
赖氨酸	5.5	3.1	4.3	5.4	5.7	5.8	4.4	1.5	2.3
蛋氨酸+半胱氨酸	3.5	2.3	3.9	2.4	2.5	2.8	1.7	2.7	2.4
苯丙氨酸+酪氨酸	6.0	3.6	6.3	6.1	6.0	4.9	6.4	5.1	5.8
苏氨酸	4.0	2.1	2.7	2.7	3.5	3.0	2.7	1.8	2.3
缬氨酸	5.0	2.5	4.0	3.5	3.9	3.2	3.5	2.7	3.4
色氨酸	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

食物中蛋白质消化吸收后的必需氨基酸模式越接近人体需要模式，其实际被利用的效价就越高，营养价值也越高。鸡蛋和人奶的氨基酸很接近人体需要量，故通常将这类蛋白质称为参考蛋白质。当某种蛋白质中某种或几种必需氨基酸缺乏或不足时，则合成组织蛋白质受到限制，这些氨基酸称为限制性氨基酸，按缺乏程度依次为第一、第二、第三限制氨基酸等。例如，谷类（小麦、大麦、大米、玉米）的第一限制性氨基酸为赖氨酸，小麦、大麦、大米的第二限制性氨基酸为苏氨酸，豆类的限制性氨基酸为蛋氨酸，见表 1-2。若不同食物适当混合食用，可使食物中的蛋白质相互补偿，使之比值接近人体需要模式，以提高蛋白质的营养价值，这种现象称为蛋白质的互补作用。

表 1-2 几种食物蛋白质的限制性氨基酸

食物	第一限制性氨基酸	第二限制性氨基酸	第三限制性氨基酸
小麦	赖氨酸	苏氨酸	缬氨酸
大米	赖氨酸	苏氨酸	缬氨酸
玉米	赖氨酸	色氨酸	苏氨酸
花生	蛋氨酸	色氨酸	苏氨酸
大豆	蛋氨酸	色氨酸	苏氨酸

## 五、食物蛋白质质量评价

对蛋白质质量作出正确的评价，有利于食品品质的鉴定、指导膳食蛋白质营养、开发和利用各种食物蛋白质资源。衡量蛋白质质量的优劣，主要以人体摄入后的效果即生物利用率为依据，

同时要考虑含量。因为一种蛋白质尽管被机体消化、吸收及利用程度很高，但如果含量太少，其应有的作用则无法充分发挥。

### (一) 蛋白质含量

食物蛋白质的含量多少尽管不能决定一种食物蛋白质营养价值的高低，但在具体评价食物蛋白质营养价值时，蛋白质含量是评价食物蛋白质营养价值的基础。食物蛋白质的测量通常是用凯氏定氮法测定其总氮量，然后再换算成蛋白质含量。蛋白质平均含氮为 16% 故食物总氮量乘以 6.25(100/16) 就是蛋白质的含量。不过各种食物蛋白质中含氮量略有差别，为准确换算各种食物中蛋白质含量，可参看表 1-3。

表 1-3 常用食物蛋白质的换算系数

食品	蛋白质换算系数	食品	蛋白质换算系数
大米	5.95	花生	5.46
全小麦	5.83	棉籽	5.30
大豆	5.71	奶	6.38
芝麻	5.30	蛋	6.25
玉米	6.25	肉	6.25

此总氮量内可包含有嘌呤、嘧啶、游离氨基酸、维生素、肌酸、肌酐和氨基糖等。肉类氮中一部分是游离氨基酸和肽；鱼类除此之外还含有挥发性碱基氮和甲基氨基化合物。海产软骨鱼类可能还含有尿素。由于这些非氨基酸和非肽氮的营养学意义有许多还不清楚，所以分析食物的含氮量有很重要的意义。

### (二) 蛋白质的消化率

蛋白质的消化率是指该食物蛋白质被消化酶分解、吸收的程度。消化率越高，被机体利用的可能性越大。常用机体吸收氮与食物氮的比值表示。

$$\text{蛋白质消化率} = \frac{\text{吸收氮}}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

食物蛋白质在人体内消化率的高低，是评价食物蛋白质营养价值的一个重要方面。食物蛋白质的消化率用该蛋白质中被消化、吸收的氮量与蛋白质的含氮总量的比值表示。这可有表观消化率 AD 和真消化率 TD 之不同。

粪中蛋白质绝大部分来自未消化吸收的食物氮，但也包括消化道脱落的肠黏膜细胞和代谢废物中的氮，以及极少量肠道微生物的氮，后两者称为粪代谢氮。粪代谢氮是在人体进食足够热量但完全不摄取蛋白质的情况下在粪便中测得的。如在测定中不计粪代谢氮时，所得的结果称为表观消化率，反之为真消化率。

$$\text{蛋白质表观消化率} = \frac{\text{食物氮} - \text{粪氮}}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

$$\text{蛋白质真消化率} = \frac{\text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

由于表观消化率比真消化率数值低，用于估计蛋白质的营养价值的估计偏低，具有较大的安全系数，而且测定方便易行，所以常用表观消化率表示蛋白质的消化率。

蛋白质的消化率受人体和食物两方面因素的影响，前者如全身状态、消化功能、饮食习惯等；

后者主要有食物纤维素、烹调加工方式等。例如，大豆整粒进食时蛋白质消化率仅约 60% 加工为豆腐可提高到 90% 在一般烹调加工方法下奶类蛋白质的消化率为 97%~98% 肉类蛋白质为 92%~94% 蛋类蛋白质为 98% 米饭与面制品蛋白质为 80% 左右。一般动物性蛋白质较植物性蛋白质消化率高。

### (三) 蛋白质的利用率

蛋白质的利用率指食物蛋白质被消化吸收后在体内被利用的程度，主要测定指标如下：

1. 蛋白质生物价 (BV) 是反映食物蛋白质被吸收后的储留程度即利用程度的指标。

$$BV = \frac{\text{氮储留量}}{\text{氮吸收量}} \times 100\%$$

$$\text{氮储留量} = \text{氮吸收量} - (\text{尿氮} - \text{尿内源氮})$$

尿内源氮为机体不摄取蛋白质时尿中所含的氮，主要来源于组织蛋白质分解。

常见食物蛋白质的生物价见表 1-4。

表 1-4 常见食物蛋白质的生物价

蛋白质	生物价/%	蛋白质	生物价/%
鸡蛋白	83	生大豆	57
鸡蛋黄	96	熟大豆	64
脱脂牛奶	85	蚕豆	58
鱼	83	白面	52
牛肉	76	小米	57
猪肉	74	玉米	60
大米	77	花生	59
小麦	67	土豆	67

2. 蛋白质净利用率 (NPU) 蛋白质净利用率反映了摄入蛋白质被实际利用的程度，即机体利用的蛋白质占食物中蛋白质的百分比，它包含了食物蛋白质的消化和利用两个方面，因此更全面。

$$NPU = \frac{\text{氮储留量}}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

(NPU 实际为生物价与消化率的乘积。)

3. 蛋白质功效比 (PER) 测定生长发育中的幼小动物摄入 1 g 蛋白质所增加的体重 (g) 表示蛋白质被机体利用的程度。一般用雄性断奶大鼠，用含 10% 蛋白质饲喂 28 天 然后计算相当于 1 g 蛋白质所增加体重 (g)。

$$PER = \frac{\text{动物增加体重 (g)}}{\text{摄入蛋白质 (g)}}$$

为了方便测定结果的相互比较，常用酪蛋白作为对照组进行测定，结果将求得的 PER 换算为以同时试验的参考酪蛋白组动物 PER 为 2.5 时的待测蛋白质的 PER 值。也有用实测 PER 相当于参考酪蛋白组 PER 的百分数来表示。PER 指标已被美国公职分析化学家协会 (AOAC) 推荐为评价食物蛋白质营养价值的必测指标，其他国家也都在广泛使用。

4. 蛋白质净比值 (NPR) 受试动物摄入 1 g 蛋白质增加体重加上对照组动物失重与蛋白质消耗量的比值。

$$NPR = \frac{\text{实验动物增重 (g)} + \text{对照组动物失重 (g)}}{\text{实验动物蛋白质消耗量 (g)}} \times 100\%$$

本法对照组动物喂无蛋白质饲料，实验组蛋白质水平为 10% 饲养 7~10 天 记录增加体重与降低体重 g)。

5. 相对蛋白质价值 (RPV) 将几种待测蛋白质，以不同水平喂正在生长发育的动物 (常为大鼠) 将其生长速度与蛋白质剂量作回归曲线 求出曲线斜率。利用率越高 斜率越大，一般以乳白蛋白的斜率为 100 作参考标准，可求出各种蛋白质的相对蛋白质价值。

$$RPV = \frac{\text{某蛋白测得的回归斜率}}{\text{乳白蛋白测得的回归斜率}} \times 100\%$$

本法以不同蛋白质水平给人或动物食用，将其结果建立直线回归方程，求其斜率与氮平衡水平线间之截距，可以求得一个指数，优质蛋白的指数较小。

#### 6. 氨基酸评分 (AAS)

$$AAS = \frac{\text{被测蛋白质每克氮 (或蛋白质) 中氨基酸量 (mg)}}{\text{理想模式或参考蛋白质中每克氮 (或蛋白质) 中氨基酸量 (mg)}}$$

一般测定食物中易缺乏氨基酸 特别是赖氨酸、含硫氨酸、苏氨酸和色氨酸。例如 食物中赖氨酸在每克氮中为 150 mg 而理想模式中为 340 mg (见表 1-5)，则氨基酸评分为 150/340 = 0.44 (或 44%) 按此法含硫氨酸为 1.09、苏氨酸为 0.75、色氨酸为 1.10 赖氨酸最低 为第一限制性氨基酸。如将三种蛋白质混合，谷类占 67 份 豆类占 22 份 牛奶占 11 份 按上法计算出限制性氨基酸为苏氨酸 其评分为 0.88 (或 88%) 豆类及奶粉限制性氨基酸为含硫氨酸 分别评分为 18% 及 83% 可见混合膳食可提高氨基酸的得分 见表 1-6。

表 1-5 每克氨基酸的评分理想模式

氨基酸	mg/g 氮
异亮氨酸	250
亮氨酸	440
赖氨酸	340
蛋氨酸 + 胱氨酸	220
苯丙氨酸 + 酪氨酸	330
苏氨酸	250
色氨酸	60
缬氨酸	310
总计	2 200

表 1-6 混合三种膳食蛋白质氨基酸评分

蛋白质来源	蛋白质氨基酸含量/%				氨基酸评分 (限制性氨基酸)
	赖氨酸	含硫氨酸	苏氨酸	色氨酸	
FAO/WHO	5.5	3.5	4.0	1.0	100
谷类	2.4	3.8	3.0	1.1	44(赖氨酸)
豆类	7.4	2.4	4.4	1.4	18(含硫氨酸)
奶粉	8.0	2.4	3.7	1.3	83(含硫氨酸)
混合蛋白质 (谷 67 豆 22 奶 11)	5.1	3.2	3.5	1.2	88(苏氨酸)

## 六、蛋白质在食品加工和贮存中的变化

蛋白质是由氨基酸组成的高分子化合物，在食品加工过程中易发生理化性质的改变，同时还提供发泡(蛋糕)、乳化(冰淇淋)和凝胶(皮冻)等功能。在烹饪过程中，蛋白质最重要的变化是变性和水解。

### (一) 蛋白质的热变性

当蛋白质受热或其他理化因素作用下，蛋白质分子内部原有的高度规则性的排列发生变化，从而导致蛋白质若干理化性质的改变，这种现象称为蛋白质的热变性。

1. 提高蛋白质的消化率 由于蛋白质的变性使肽链展开，使消化酶易于作用，增加了食物的消化吸收率。如生鸡蛋的消化吸收率只有 50%，熟鸡蛋的消化吸收率可达 98% 以上。

2. 破坏食物中的禁忌成分 破坏食物中天然存在的有毒蛋白质、酶和抑制剂等，例如，通过加热可以破坏生大豆中含有的抗胰蛋白酶、红细胞凝集素和其他有害物质，同时提高大豆蛋白质的消化率和其中含硫氨基酸的利用率。又如，生鸡蛋中含有抗生物素蛋白，长期食用生鸡蛋可导致生物素缺乏，若经加热煮熟就可使抗生物素蛋白破坏。

3. 杀菌和灭酶 高温加热可以破坏酶的活力，杀灭或抑制繁殖型微生物，一方面避免了由于微生物污染所导致的疾病，同时还可以减少生物体内自身酶的活性，从而可有效地保持蔬菜原有的绿色。

### (二) 其他因素引起的蛋白质变性

除加热外，空气中的氧气、紫外线的照射、机械作用、溶液渗透压、有机溶剂、重金属等因素都可以引起蛋白质分子空间构象的改变而发生蛋白质变性。

如用搅蛋器或筷子不停地搅打鸡蛋清，使鸡蛋清起泡成型，这就是机械作用使蛋清中白蛋白变性所致。有机溶剂乙醇、有机酸等能破坏蛋白质的胶体性质而使蛋白质沉淀，同时引起变性，如用酒精消毒灭菌，可使微生物因蛋白质的变性而失去活性。

蛋白质可以与重金属离子结合成盐而沉淀。当蛋白质溶液的 pH 稍高于等电点时，具有较多的净负电荷，易与重金属离子结合成盐，使蛋白质失去生理活性，这就导致重金属中毒。

### (三) 蛋白质的水解

凝固变性的蛋白质若在水中继续加热，将有一部分逐渐水解，生成蛋白胨、肽等中间产物，这些多肽类物质进一步水解，最后分解成各种氨基酸，带来食物良好的风味。如用中火或小火炖肉或制汤，肉汁或汤汁格外细嫩鲜美。

### (四) 氨基酸的破坏

当蛋白质受热过高或加热时间过长，食物会发生严重脱水，菜肴质地会变得又老又绵，影响了食品的口感，同时使食品蛋白质中的部分氨基酸被破坏，发生褐变，这个过程最容易损失的是赖氨酸、胱氨酸，降低了食品蛋白质的营养价值，同时还可能产生对人体有害的物质。

### (五) 食物的风味

肌肉蛋白质中 65% 为肌球蛋白和肌动蛋白，肌球蛋白能溶于稀盐溶液，这些盐溶蛋白类似胶凝剂，加热后可形成凝胶，赋予食品良好的弹性，如香肠。

冷水煮肉，肉中一些蛋白质和含氮有机物溶解于汤中，汤味鲜，肉味较差；若用沸水煮肉，肉块表面蛋白质迅速凝固，从而保护了肉内容物不溶出，则肉味鲜，汤味较差。

要注意的是 变性后蛋白质持水性较弱 食品在加工时 如温度过高 时间过长 蛋白质中的结合水受到破坏 使蛋白质硬度增加 风味变劣。因此 为保持肉类食品的嫩度 可以先在肉表面用淀粉挂糊 淀粉受热糊化后形成一层膜 可减少肉中水分的损失 如软炸里脊。

## 七、膳食蛋白质来源及供给量

蛋白质广泛地存在于动植物食品中。含蛋白质数量多、利用率高的食物有肉类(10%~20%) 奶类 鲜奶 1.5%~4% 奶粉 25%~27%) 蛋黄(12%~14%) 干豆类 20%~24%)[其中大豆 36.3% 硬果类如花生、葵花籽、莲子等 15%~25%)]。谷类 6%~10%)、薯类 2%~3%) 含蛋白质较低。我国目前以谷类为主食,故谷类蛋白质仍是我国居民膳食蛋白质的重要来源。

此外 酵母蛋白、昆虫蛋白、食用菌蛋白、藻类蛋白等都可以作为蛋白质的新资源 这些食物除蛋白质含量高外,还含有多种必需脂肪酸、维生素等其他营养素,应大力开展蛋白质新资源的开发和利用。

从安全性和消化吸收率等因素考虑,成人按 0.8 g/(kg·d) 摄入蛋白质为宜。但考虑到我国居民膳食结构是以植物为主,所以成人蛋白质的摄入量为 1.16 g/(kg·d)。按能量计算,一般食物蛋白质供给量,成人占膳食总热量的 10%~12%为宜 儿童、青少年以 12%~14%为宜。

## 第二节 脂质



### 预习导航

本节主要讲述脂质的组成和分类,脂质的营养学意义,脂质在食品加工中的作用,脂肪酸及必需脂肪酸的概念及其功能,膳食中脂肪营养价值评价,脂质在食品加工和贮存中的变化,膳食脂质来源与脂肪的供给量等内容。

### 一、脂质的组成和分类

脂质是一大类具有重要生物学作用的化合物,包括中性脂肪与类脂两类。它们都具有脂溶性,不但能溶解于有机溶剂,并且可溶解其他脂溶性物质,如脂溶性维生素。脂质物质都不溶于水。脂肪是在食物中产生热能最高的一种营养素。

1. 中性脂肪 中性脂肪(通常所说的脂肪)由 1 分子甘油与 3 分子脂肪酸组成,也叫甘油三酯 主要是脂肪与油 由碳、氢、氧三种元素构成。若构成甘油三酯的三个脂肪酸相同 则称为单纯甘油酯,否则称为混合甘油酯。

中性脂肪主要储存于皮下结缔组织、腹腔大网膜、肠系膜等处的脂肪组织中,又称为贮存脂肪(stored fat),如皮下脂肪等。这类脂肪是体内过剩能量的一种贮存形式。当机体摄入能量少 或在消耗、饥饿、活动量增大时 可动用供能 而当长期摄入能量过多 活动过少时可使贮存脂肪增多。这类脂肪因营养状态、机体活动等影响而增减,变动较大,故又称为动脂(variable fat)。因人的脂肪组织多分布于腹腔、皮下、肌肉纤维间,故这类脂肪有保护脏器、组织和关节的作用。

2. 类脂 类脂种类很多,其中重要的有:①磷脂;②糖脂;③固醇类、脂蛋白等。类脂组成的

元素除碳、氢、氧外 还有氮、磷、硫。磷脂含有磷酸及氮化合物 如卵磷脂、脑磷脂、神经磷脂 糖脂含有糖类及氮化合物，如脑苷脂类。

类脂约占总脂量 5%，是组织细胞的基本成分。如细胞膜是由磷脂、糖脂和胆固醇等组成的类脂层；脑髓及神经组织含有磷脂与糖脂；一些固醇则是制造体内固醇类激素的必需物质。类脂在体内相当稳定，不受营养状况及机体活动影响，故称为定脂 (fixed fat)。其中磷脂不仅是生物膜的主要成分 而且对脂肪的吸收、转运起重要作用 胆固醇是体内重要的固醇类物质 既是细胞膜的重要成分 又是类固醇激素、维生素 D 及胆汁酸的前体。

类脂具有很重要的生物学意义，但是在营养上，其重要性不如中性脂肪。营养上最重要的是脂肪酸。

## 二、脂质的功能

### (一) 脂质的营养学意义

1. 提供机体所需要的热能。脂肪是膳食中浓缩的能量，1 g 脂肪在体内可以产生 37.6 kJ (9 kcal) 热能，比等量蛋白质与糖类产生的热能大 1 倍多。

2. 延迟胃的排空，增加饱腹感。食物脂肪进入十二指肠，刺激产生肠抑胃素，反射引起胃肠蠕动减慢，从而抑制胃的排空。

3. 保护机体，滋润皮肤。脂肪本身不易导热，可以起到隔热、保温、支持和保护机体与内脏器官的作用。同时 脂肪在皮下适量储存 可滋润皮肤 增加皮肤弹性 延缓皮肤衰老。

类脂中的磷脂、胆固醇是构成细胞膜的重要成分，胆固醇还是合成类固醇激素的重要前体物质。

4. 油脂是脂溶性维生素的重要来源之一，并促进脂溶性维生素的吸收，如鱼肝油、奶油含丰富的维生素 A、维生素 D 玉米油、麦胚油、芝麻油、豆油等都富含维生素 E。另外 脂质能促进胆汁的分泌，有利于脂溶性维生素的消化吸收。

5. 食物中脂肪尤其是植物性脂肪是必需脂肪酸的重要来源。

### (二) 脂质在食品加工中的作用

利用食用油脂沸点高、良好的导热性及加热后容易得到相对稳定的温度等物理特性，可以使烹调速度加快，让某些质地鲜嫩的原料在加热过程中减少水分及营养素损失。

食物中含有酯、酚、醇等有机物质 在加热烹调用时 有部分物质散发在空气中 或进入汤内 形成特有的香味。例如 动物性原料中含有丰富的含氮有机物、无机盐及水分 若与水共同加热 这些物质就会进入汤中 若改用高温油炸 可使肉的表面温度很快达到 120℃ 以上 这时蛋白质凝固快，肉体表面形成一层结实的膜，可减少肉中可溶性物质的流失，突出了原料原有的风味和香味，保持菜肴一定的形态和造型。

不同油脂具有不同的色泽，如大豆油、菜籽油含有叶黄素而呈黄色，奶油中含有胡萝卜素而带有微黄色。在食品加工烹饪过程中，除油脂本身色泽对食品的影响外，原料中的蛋白质、淀粉、糖类物质受高温作用也可发生分解变色，使加工后的食品具有一定的色泽，滋润光亮，可增进人们的食欲。

脂肪在受热、酸、碱、酶的作用下可以发生部分水解 生成脂肪酸和甘油 有利于人体的消化，并使汤汁具有肉香味。当脂肪酸遇到料酒等调味品时，乙醇与脂肪酸发生酯化反应，生成具有芳

香的酯类。

### 三、脂肪酸及必需脂肪酸

#### (一) 脂肪酸

在全部脂质物质中从营养价值上讲最重要的是脂肪酸(表 1-7)。脂肪酸根据碳链中双键数目多少又分为三类。

表 1-7 常见的脂肪酸

名 称	代 号
丁酸	C4 : 0
己酸	C6 : 0
辛酸	C8 : 0
癸酸	C10 : 0
月桂酸	C12 : 0
肉豆蔻酸	C14 : 0
棕榈酸	C16 : 0
棕榈油酸	C16 : 1, n-7, 顺式
硬脂酸	C18 : 0
油酸	C18 : 1, n-9, 顺式
反油酸	C18 : 1, n-9, 反式
亚油酸	C18 : 2, n-6, 9, 全为顺式
$\alpha$ -亚麻酸	C18 : 3, n-3, 6, 9, 全为顺式
$\gamma$ -亚麻酸	C18 : 3, n-6, 9, 12, 全为顺式
花生酸	C20 : 0
花生四烯酸	C20 : 4, n-6, 9, 12, 15, 全为顺式
二十碳五烯酸	C20 : 5, n-3, 6, 9, 12, 15, 全为顺式
芥子酸	C22 : 1, n-9, 顺式
二十二碳五烯酸鲑鱼酸	C22 : 5, n-3, 6, 9, 12, 15, 全为顺式
二十二碳六烯酸	C22 : 6, n-3, 6, 9, 12, 15, 18, 全为顺式
二十四碳单烯酸	C24 : 1, n-9, 顺式

(1) 饱和脂肪酸 分子中不含双键 多存在于动物脂肪中。如硬脂酸、软脂酸等。

(2) 单不饱和脂肪酸 分子中含一个双键 油酸(18 : 1, n-9) 是普通的单不饱和脂肪酸。

(3) 多不饱和脂肪酸：分子中含两个或两个以上双键，以鱼油及植物种子中含量较多，最普遍的是亚油酸(18 : 2, n-6)、亚麻酸(18 : 3, n-3)。

饱和脂肪酸中，碳原子数小于 10 者，在常温下为液态，称为低级脂肪酸或挥发性脂肪酸；碳原子数大于 10 者 常温下为固态 称为固体脂肪酸。随着脂肪酸碳链的增长 熔点增高 不易消化的性质亦增加。而不饱和脂肪酸因引入双键可大大降低熔点。

此外脂肪酸还可按碳链长短分为四类：

(1) 短链脂肪酸 :C<sub>4</sub>~C<sub>8</sub>，主要存在于乳脂及某些棕榈油中。

(2) 中链脂肪酸 :C<sub>10</sub>~C<sub>14</sub>，存在于某些种子油(如椰子油)中。

(3) 长链脂肪酸 :C<sub>16</sub>~C<sub>18</sub>，是脂质中主要的脂肪酸。

(4) 超长链脂肪酸:  $C_{20}$  以上, 一般存在于海产品油脂中, 如二十碳五烯酸 ( $20:5, n-3$ , EPA) 及二十二碳六烯酸 ( $22:6, n-3$ , DHA)

脂肪酸还可根据是否必须从食物中摄取又分为必需脂肪酸 (EFA) 和非必需脂肪酸两类。

## (二) 必需脂肪酸

1. 概念 必需脂肪酸是指人体不可缺少而自身又不能合成, 或合成速度不能满足机体需要, 必须通过食物供给的脂肪酸。

$n-6$  系列中的亚油酸和  $n-3$  系列中的  $\alpha$ -亚麻酸是人体必需的两种脂肪酸。事实上,  $n-3$  和  $n-6$  系列中许多脂肪酸, 如花生四烯酸、二十碳五烯酸、二十二碳六烯酸等都是人体不可缺少的脂肪酸, 但人体可以利用亚油酸和  $\alpha$ -亚麻酸来合成这些脂肪酸。机体在利用该两种必需脂肪酸合成同系列的其他多不饱和脂肪酸时, 使用同一系列酶, 由于竞争抑制作用, 使体内合成速度较为缓慢, 因此, 若能从食物中直接获得这些脂肪酸是最有效的途径。

### 2. 必需脂肪酸的生理功能

(1) 必需脂肪酸是组织细胞的组成成分, 特别是参与线粒体及细胞膜磷脂的合成。必需脂肪酸缺乏可导致线粒体肿胀 细胞膜结构与功能的改变 膜通透性、脆性增加。

(2) 必需脂肪酸与脂质代谢关系密切, 体内胆固醇要与脂肪酸结合才能在体内转运并进行正常代谢。必需脂肪酸缺乏, 胆固醇转运受阻, 不能进行正常代谢, 在体内沉积而导致疾病。

(3) 动物精子形成与必需脂肪酸有关, 膳食中长期缺乏必需脂肪酸, 动物可出现不孕症, 受精过程也发生障碍。动物实验证明, 必需脂肪酸缺乏动物生长发育受阻。

(4) 必需脂肪酸是合成前列腺素必需的前体, 膳食中缺乏亚油酸, 组织形成前列腺素功能减退。

(5) 必需脂肪酸对 X 射线引起的一些皮肤损害有保护作用。机理可能是损伤组织的修复过程, 新生组织的生长需要必需脂肪酸。

3. 必需脂肪酸的食物来源 由于多不饱和脂肪酸摄入过多, 也可以使体内氧化物、过氧化物增多, 同样对机体造成危害。

必需脂肪酸最好的食物来源是植物油。特别是棉油、豆油、玉米油、芝麻油等。在动物油中, 禽类的必需脂肪酸比猪油中含量高, 猪油高于牛羊油。在动物肉类中, 亚油酸含量内脏中高于肌肉 瘦肉中高于肥肉 家禽肉高于家畜肉。见表 1-8。

表 1-8 几种食物中亚油酸含量 (占总脂肪百分比)

名称	亚油酸含量/%	名称	亚油酸含量/%
棉油	55.6	猪肉(瘦)	13.6
豆油	52.2	猪肉(肥)	8.1
玉米胚油	47.8	牛肉	5.8
芝麻油	43.7	羊肉	9.2
花生油	37.6	鸡肉	24.2
菜油	14.2	鸭肉	22.8
茶油	7.4	猪心	24.4
猪油	6.3	猪肾	16.8
牛油	3.9	猪肝	15.0

续表

名称	亚油酸含量/%	名称	亚油酸含量/%
羊油	2.0	猪肠	14.9
鸡油	24.7	羊心	13.4
鸭油	19.5	鱼肉	20.9
黄油	3.6	鲤鱼	16.4

成人每日供给必需脂肪酸的量达到总热量的 3% 即可满足机体的需要, 婴儿对必需脂肪酸的需要量比成人高 易缺乏必需脂肪酸。表现为生长缓慢 生殖功能障碍 肝、肾、神经和视觉方面的多种疾病以及皮肤湿疹、干燥、脱屑等。这些症状可通过食用含亚油酸丰富的食品而得到缓解。

#### 四、膳食中脂肪营养价值评价

##### (一) 脂肪的消化率

食物脂肪的消化率与其熔点有密切关系, 熔点在 50 °C 以上的比较不易消化吸收, 熔点接近体温或低于体温的则消化率较高。但熔点又与所含不饱和脂肪酸有关, 不饱和脂肪酸多者熔点较低。表 1-9 是常见食用动物脂肪与植物油的熔点与消化率。

表 1-9 常见食用动物脂肪与植物油的熔点及消化率

脂 质	熔点 / °C	消化率 / %
羊 脂	44~55	81
牛 脂	42~50	89
猪 脂	36~50	94
奶 脂	28~36	98
椰子油	28~33	98
花生油	室温下液体状	98
菜 油	室温下液体状	99
棉籽油	室温下液体状	98
豆 油	室温下液体状	91
茶 油	室温下液体状	98
橄榄油	室温下液体状	98
麻 油	室温下液体状	98
葵花籽油	室温下液体状	96.5

##### (二) 必需脂肪酸的含量

含必需脂肪酸较高的油脂营养价值较高。植物油中亚油酸含量高于动物脂肪, 故营养价值高于动物脂肪。但椰子油例外, 其脂肪酸内饱和键很少, 亚油酸含量很低。一般含不饱和脂肪酸多的油脂含必需脂肪酸较高。因此, 动物脂肪含不饱和脂肪酸低于植物油, 所含必需脂肪酸量也低。

### （三）脂溶性维生素含量

一般脂溶性维生素含量高的脂肪，营养价值也高，动物贮存脂肪几乎不含维生素。肝脏中脂溶性维生素 A、维生素 D 丰富，特别是某些海产鱼肝脏脂肪中含量更高。奶、蛋脂肪中维生素 A、维生素 D 亦较丰富，植物油中含丰富的维生素 E 特别是谷类种子的胚油如麦胚油维生素 E 更多。

## 五、脂质在食品加工和贮存中的变化

脂肪在食品加工中的作用主要表现在成型及风味特色上，但同时脂肪也会发生一些不利于人体健康的变化，严重影响了加工原料的营养价值。

1. 脂肪在高温下的热分解 油炸是食品加工中常用的方法。在高温下，脂肪先发生部分水解当温度升高到 300℃ 以上时 分子间开始脱水 缩合成相对分子质量较大的醚型化合物。当油温达到 350~360℃ 时 则可分解成酮类和醛类物质 同时生成多种形式的聚合物 它们都有一定的毒性。油脂在高温条件下 脂溶性维生素和必需脂肪酸易被氧化破坏 使油脂的营养价值降低。

另外，甘油在高温下脱水生成丙烯醛，丙烯醛是具有挥发性和强烈辛辣气味的物质，对人的鼻腔、眼黏膜有强烈的刺激作用。油加热到发烟点温度时，会冒出油烟，油烟中很重要的成分就是丙烯醛。

因此 烹饪时最好将油温控制在 180~220℃ 以减少有害物质的生成。对已经变色、变味的油脂 不能再使用 且尽量避免反复使用油脂。

2. 油脂的氧化酸败 脂对空气中的氧极为敏感，尤其是不饱和脂肪酸，能自动氧化生成具有不良气味的醛类、酮类和低分子有机酸类，这些物质是油脂哈喇味的主要来源，同时对人体具有毒害作用。有人用氧化酸败的油脂食物喂大鼠，结果大鼠生长缓慢、生长停止或死亡。因此，氧化酸败的油脂不能食用。

不饱和脂肪酸更易氧化分解，所以日常食用较多的植物油时宜同时食用具有抗氧化作用的物质 如维生素 E、维生素 C、维生素 A、绿茶等。

3. 油脂的氢化 油脂的氢化是指通过化学反应在不饱和脂肪酸的双键上加氢，使脂肪酸饱和程度的增加。氢化后的液体植物油变成白色或淡黄色无臭无味的固体油，可用于生产人造黄油、起酥油等。氢化油又称硬化油，一般的植物油都可作为氢化油的原料 如大豆油、花生油、芝麻油、菜籽油、葵花籽油及椰子油等。

液体植物油经过氢化后，不含多不饱和脂肪酸，油脂的稠度可适当增加，它的起酥性、乳化性、可塑性和黏稠度都优于一般油脂 是理想的焙烤食品原料 同时氢化油具有储存期长 易于运输等优点。

## 六、膳食脂质来源与脂肪的供给量

膳食脂质的主要来源包括烹调用油脂及食物本身含有的脂质。食用动物性脂肪主要有猪油、牛脂、羊脂、肥肉、奶脂、蛋类等 植物油主要有菜油、大豆油、麻油、花生油及芝麻油等。常见食物的油脂含量见表 1-10。

含磷脂丰富的食品有蛋黄、瘦肉、脑、肝及肾等。肉类、脑、内脏、蛋黄及奶油等食品也含有较高的胆固醇 特别是蛋黄、蟹黄、脑。

表 1-10 一些食物的油脂含量

食 物	油脂含量/%	食 物	油脂含量/%
花 生	39.2	瘦猪肉	28.8
黄 豆	18.4	瘦牛肉	19.1
玉 米	4.3	瘦羊肉	13.6
葵花籽	51.1	兔 肉	0.9
核桃仁	63.0	鸡 肉	2.5
杏 仁	49.6	鸭 肉	7.5
松 子	63.3	鹅 肉	11.2
芝 麻	61.7	鸡 蛋	11.6
小 米	3.5	蛋 黄	30.0
白 面	1.8	土 豆	0.8

1. 膳食脂肪的供给量 因生产情况、气候条件、饮食习惯的不同，各类人群脂肪摄入量差别很大。实验及流行病学调查发现摄入脂肪过高与肥胖、高血压、冠心病、胆石症、乳腺癌的高发率有关。又考虑到提供必需脂肪酸、脂溶性维生素以及提供热能、饱腹等因素，我国营养学会推荐脂肪摄入量应占总热量的 20%~30% 为宜。

2. 必需脂肪酸的供给量 摄入的脂肪中应有足够的必需脂肪酸。通过对动物和人体的研究表明，必需脂肪酸应不少于总能量的 3%，这在以植物油为主烹调和加工的食品中是易于得到满足的。所以，一般很少发现成人患必需脂肪酸缺乏症。

3. 多不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比例 有研究已经指出，膳食中增加多不饱和脂肪酸如亚油酸、亚麻酸和花生四烯酸的量，同时减少饱和脂肪酸时，会促进血液中胆固醇中等程度的下降，并且有降低血液凝固的趋势。当摄入的饱和脂肪酸增高时，增加了血液胆固醇的水平，而当亚油酸增加时，就会阻止这个作用。但当膳食中多不饱和脂肪酸的水平高时，体内过氧化物的形成被认为对人体健康有多种不利影响。考虑到多不饱和脂肪酸的高摄入量可能出现的危害，因此膳食中多不饱和脂肪酸和饱和脂肪酸应保持适宜的比例，一般推荐饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸与单不饱和脂肪酸之比为 1:1:1 为宜。

### 第 三 节 糖 类



本节主要讲述糖类的组成和分类，糖类的营养学意义和糖类在食品加工中的作用，膳食纤维的理化特性，膳食纤维营养生理功能与摄入量，糖类在食品加工和贮存中的变化以及糖类的食物来源与供给量等内容。

#### 一、糖类的组成和分类

糖类 carbohydrates 是由碳、氢、氧三种元素组成的一大类化合物。它是植物利用太阳能进