

第一章

营养学基础

教学大纲要求

(一) 掌握内容

蛋白质的生理功能及营养需要 必需氨基酸、氨基酸模式和限制氨基酸 蛋白质互补作用 食物蛋白质的营养学评价 脂类的分类与功能 必需脂肪酸及其生理功能 碳水化合物的分类、生理功能以及膳食纤维的生理功能 人体的能量消耗 食物热效应 影响基础代谢的因素 矿物质的概念、分类、特点、生理意义 影响钙、铁、锌吸收的因素 维生素的概念、分类与命名 维生素 A、维生素 D 维生素 E 的生理功能、缺乏与过量的危害以及食物来源。

(二) 熟悉内容

蛋白质供给量及食物来源 必要的氮损失 氮平衡 参考蛋白 脂类的食物来源与供给量、脂肪酸；总脂肪、饱和脂肪酸、胆固醇的适宜摄入量 碳水化合物的适宜供给量 乳糖不耐受性 基础代谢率的计算 能量的概念 人体一日能量需要的确定方法 钙、铁、锌的食物来源、供给量、缺乏与过量的危害；碘、硒、磷、氟的营养需要、代谢特点、缺乏与过量的危害 需要量与中毒量的临界值及与地方病的关系 维生素 B₁、维生素 B₂、尼克酸、维生素 C 的理化性质、吸收代谢、缺乏与过量、供给量与食物来源。

(三) 了解内容

蛋白质营养不良及营养状况评价 蛋白质的消化、吸收、代谢 脂类的消化、吸收及转运 磷脂、固醇类的功能、缺乏与过剩的危害 碳水化合物的消化、吸收 基础代谢的概念 能量的供给 能量不足与过剩的危害 矿物质的吸收与代谢 铜、锰、钼、铬、镍、钴的人体需要量、食物来源、缺乏与过量的危害及膳食供给量 铬与葡萄糖耐量因子的关系 叶酸 维生素 B₆ 的生理功能、缺乏与过量、食物来源及参考供给量 机体营养状况评价。

教学大纲精要

(一) 蛋白质

蛋白质是一切生命的物质基础，是人体最重要的营养素之一。蛋白质有以下三方面功能：人体组织的构成成分；构成体内各种重要的生理活性物质；供给能量。

构成人体蛋白质的氨基酸有 20 种 其中 9 种氨基酸为必需氨基酸。必需氨基酸是指人体不能合成或合成速度不能满足机体需要，必须从食物中直接获得的氨基酸，包括异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、

蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸和组氨酸(组氨酸为婴儿必需氨基酸)。

在营养学上,用氨基酸模式来反映人体蛋白质及各种食物蛋白质在必需氨基酸的种类和含量上的差异。所谓氨基酸模式,是指蛋白质中各种必需氨基酸的构成比例。当食物蛋白质氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式越接近时,必需氨基酸被机体利用的程度越高,食物蛋白质的营养价值也相对越高。反之,食物蛋白质中一种或几种必需氨基酸相对含量较低,导致其他必需氨基酸在体内不能被充分利用而浪费,造成其蛋白质营养价值降低,这些含量相对较低的必需氨基酸称为限制氨基酸。

评价食物蛋白质的营养价值,对于食品品质的鉴定、新资源食品的研究与开发、指导人群膳食等许多方面都是十分必要的。各种食物的蛋白质含量、氨基酸模式都不一样,人体对不同蛋白质的消化、吸收和利用程度也存在差异。所以,营养学上主要是从食物的蛋白质含量、被消化吸收程度和人体利用程度三方面来全面评价食品蛋白质的营养价值。

(二)脂类

营养学上重要的脂类主要有甘油三酯、磷脂和固醇类。

人体内甘油三酯的功能有体内贮存和提供能量 维持体温正常 保护作用 内分泌作用 帮助机体更有效地利用碳水化合物和节约蛋白质作用;机体重要的构成成分。

食物中的甘油三酯除提供人体能量和合成脂肪的材料外 还具有以下特殊功能 增加饱腹感 改善食物的感官性状 提供脂溶性维生素。

必需脂肪酸是指人体不可缺少而自身又不能合成,必须通过食物供给的脂肪酸。目前认为 n-6 系列的亚油酸和 n-3 系列的 α -亚麻酸是人体必需的两种脂肪酸。必需脂肪酸具有以下功能:磷脂的重要组成部分 合成前列腺素的前体 与胆固醇的代谢有关。

人类膳食脂肪主要来源于动物的脂肪组织和肉类以及植物的种子。亚油酸普遍存在于植物油中 亚麻酸在豆油和紫苏籽油中较多。含磷脂较多的食物为蛋黄、肝脏、大豆、麦胚和花生等。含胆固醇丰富的食物是动物脑、肝、肾等内脏和蛋类。我国营养学会推荐成人脂肪摄入量一般应控制在 20%~30% 的总能量摄入范围内。

(三)碳水化合物

碳水化合物也称糖类 营养学上一般将其分为四类 单糖、双糖、寡糖、多糖。体内碳水化合物的生理功能 贮存和提供能量 机体的构成成分 节约蛋白质作用 抗生酮作用。食物碳水化合物的功能 主要的能量营养素 改变食物的色、香、味、型 提供膳食纤维。

膳食中的碳水化合物在消化道经酶逐步水解为单糖而被吸收,小肠是其主要的吸收场所。

乳糖不耐受是指有些人不能或只能少量地分解吸收乳糖 使大量的乳糖未被吸收而进入大肠 在肠道菌群的作用下产酸、产气 引起胃肠不适、胀气、痉挛和腹泻等。

中国营养学会推荐我国居民的碳水化合物的膳食供给量占总能量的 55%~65% 较为适宜。目前许多营养学家认为 为了长期维持人体健康 碳水化合物的摄入应占总能量的 55%~60% 其中精制糖应占总能量的 10% 以下。

(四)能量

体内的能量,一方面不断地释放出热量,维持体温的恒定并不断地向环境中散发,另一方面作为能源来维持各种生命活动的正常进行。人体的能量消耗包括基础代谢、体力活动和食物的热效应三个方面。

主要采用两种方法来确定人体的能量需要:算法(一是通过计算能量消耗来确定能量需要,二是膳食调查)和测量法(包括直接测热法和间接测热法)。

能量是否平衡与健康的关系极大。中国营养学会在 2001 年制定的《中国居民膳食营养素参考摄

入量》中，对各年龄组人群、同一性别不同活动强度人群的能量摄入均有具体的推荐量。

(五) 矿物质

人体内约有 20 余种元素为构成人体组织、机体代谢、维持生理功能所必需。在这些元素中，除了碳、氢、氧和氮组成有机化合物外，其余的元素均称为矿物质，亦称无机盐或灰分。矿物质又分为常量元素和微量元素两类。

矿物质的特点：在体内不能合成，必须从食物和饮水中摄取；在体内分布极不均匀；相互之间存在协同或拮抗作用；某些微量元素在体内虽需要量很少，但其生理剂量与中毒剂量范围较窄，摄入过多易产生毒性作用。

矿物质的生理功能：构成人体组织的重要成分；调节细胞膜的通透性；维持神经和肌肉的兴奋性；组成激素、维生素、蛋白质和多种酶的成分。

简单概述机体几种重要的矿物质：

1. 钙

钙是人体含量最多的无机元素，正常成人内含钙总量为 1 200 g 其中约 99% 集中在骨骼和牙齿中。钙的生理功能有：构成骨骼和牙齿；促进体内酶的活动；维持神经和肌肉的活动；其他功能如参与血液凝固、激素分泌、维持体液酸碱平衡等。影响钙吸收的因素：食物中的草酸、植酸、磷酸、膳食纤维、脂肪酸、碱性药物等。促进钙吸收的因素：维生素 D 某些氨基酸如赖氨酸、色氨酸、组氨酸等 乳糖，一些抗生素如青霉素、氯霉素等。

2. 锌

锌可分布在人体所有组织器官 以肝、肾、肌肉、视网膜、前列腺内的含量为高。

3. 铁

铁是人体重要的必需微量元素之一。铁的生理功能：参与体内氧的运输和组织呼吸过程；维持正常的造血功能；参与其他重要功能如维持正常免疫功能等。影响铁吸收的主要因素：植酸盐、草酸盐；体内缺乏胃酸或服用抗酸药；铁的吸收与体内铁的需要量和贮存量有关。促进铁吸收的因素：因生长发育、月经、妊娠等原因使机体对铁的需要量增加时 维生素 C、有机酸、动物性食物和某些单糖。

(六) 维生素

维生素是维持机体生命活动过程所必需的一类微量的低分子有机化合物。维生素既不是构成各种组织的主要原料，也不是体内的能量来源，但它在能量产生及调节物质代谢过程中起重要作用。根据维生素的溶解性可将维生素分为脂溶性维生素（包括维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K）和水溶性维生素（包括 B 族维生素和维生素 C）。

简要概述机体几种重要的维生素：

1. 维生素 A

维生素 A 类是指含有视黄醇结构，并具有其生物活性的一大类物质，它包括已形成的维生素 A 和维生素 A 原及其代谢产物。

维生素 A 缺乏最早的症状是暗适应能力下降，严重者可致夜盲症，进一步发展可致失明。儿童维生素 A 缺乏最重要的临床诊断体征是眼结膜毕脱氏斑。

过量摄入维生素 A 可引起急性中毒、慢性中毒和致畸毒性。大量摄入类胡萝卜素一般不会引起毒性作用，但可出现高胡萝卜素血症，皮肤可出现类似黄疸改变，未发现其他毒性。

维生素 A 最好的食物来源是各种动物肝脏、鱼肝油、鱼卵、全奶、奶油、禽蛋等。

2. 维生素 D

维生素 D 类是指含环戊氢烯菲结构，并具有钙化醇生物活性的一大类物质，以维生素 D₂ 和维生素 D₃ 最为常见。维生素 D 生理功能 促进小肠钙吸收、转运 促进肾小管对钙、磷的重吸收 对骨细胞呈现多种作用；通过维生素 D 内分泌系统调节血钙平衡；调节细胞的分化、增生和生长。维生素 D 缺乏症 佝偻病、骨质软化症、骨质疏松症、手足痉挛症。严重的维生素 D 中毒可导致死亡。经常晒太阳是人体廉价获得充足有效的维生素 D₃ 的最好来源。维生素 D 主要存在于海水鱼、肝、蛋黄等动物性食品及鱼肝油制剂中。奶类是维生素 D 较差的来源。

3. 维生素 E

维生素 E 类是指含有苯并二氢吡喃结构、具有 α-生育酚生物活性的一类物质。生理功能：抗氧化作用；预防衰老；与动物的生殖功能和精子生成有关；调节血小板的黏附力和聚集作用；其他功能如降低胆固醇、抑制肿瘤细胞生长。维生素 E 缺乏较少见。维生素 E 的毒性较小 大剂量维生素 E(每天摄入 800 mg 至 3.2 g)有可能出现中毒症状。维生素 E 含量丰富的食品有植物油、麦胚、硬果、种子类、豆类等。

典型试题分析

1. 能促进钙吸收的措施是()

- A. 经常在户外晒太阳
B. 经常做理疗(热敷)
C. 多吃谷类食物
D. 多饮酒

答案 :A

【分析】

本题考点 促进钙吸收的因素、维生素 D 的来源。

促进钙吸收的因素有 维生素 D、某些氨基酸、乳糖和一些抗生素。维生素 D 的来源 可通过经常晒太阳或摄入海水鱼、肝、蛋黄等动物性食物及鱼肝油制剂获得。本题在设计上是考查学生灵活运用所学知识的能力。

2. 评价食物蛋白质营养价值为什么常用表观消化率？

答案：

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

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

由于表观消化率值比真消化率值更低，对蛋白质消化吸收做了较低的估计，具有更大的安全性；②表观消化率测定方法简便易行。

【分析】

本题考点：蛋白质表观消化率和蛋白质真消化率的区别与相关性。

答题时应列出表观消化率和真消化率的计算公式，根据公式加以比较和说明。

3. 属于优质蛋白的有()

- A. 谷蛋白
B. 大豆蛋白
C. 鸡肉蛋白
D. 白蛋白
E. 鱼肉蛋白

答案 BCE

【分析】

20. 一个正常成年人即使一天不摄入蛋白质, 也要通过各种途径向体外排出大约()的蛋白质。

二、单项选择题

- 血胆固醇升高时 血中()浓度增加
A. HDL
B. LDL
C. 糖蛋白
D. 球蛋白
- 膳食蛋白质中非必需氨基酸()具有节约蛋氨酸的作用
A. 半胱氨酸
B. 酪氨酸
C. 精氨酸
D. 丝氨酸
- 婴幼儿和青少年的蛋白质代谢状况应维持()
A. 氮平衡
B. 负氮平衡
C. 排出足够的尿素氮
D. 正氮平衡
- 维持人体基本生命活动的能量消耗是()
A. 体力活动耗能
B. 基础代谢
C. 非体力活动耗能
D. 食物热效应耗能
- 能促进钙吸收的措施是()
A. 经常在户外晒太阳
B. 经常做理疗(热敷)
C. 多吃谷类食物
D. 多饮酒
- 具有激素性质的维生素是()
A. 维生素 B₁
B. 维生素 B₂
C. 维生素 D
D. 烟酸(维生素 PP)
- 维生素 B₂ 缺乏体征之一是()
A. 脂溢性皮炎
B. 周围神经炎
C. 腹泻
D. 牙龈疼痛出血
- 能被人体消化吸收的碳水化合物是()
A. 棉籽糖
B. 果胶
C. 纤维素
D. 淀粉
- 膳食蛋白质中非必需氨基酸()具有节约苯丙氨酸的作用
A. 半胱氨酸
B. 酪氨酸
C. 丙氨酸
D. 丝氨酸
- 中国营养学会推荐我国居民的碳水化合物的膳食供给量应占总能量的()
A. 45%~50%
B. 70% 以上
C. 55%~65%
D. 30% 以下
- 中国营养学会推荐成人脂肪摄入量应控制在总能量的()
A. 45%
B. 25%~30%
C. 20%以下
D. 20%~30%

三、多项选择题

- 促进钙吸收的因素有()
A. 维生素 D
B. 乳糖
C. 膳食纤维
D. 氨基酸
E. 青霉素
- 下列哪些蛋白可作为参考蛋白()

- A. 醇溶蛋白
D. 鱼肉蛋白
- B. 酪蛋白
E. 牛肉蛋白
- C. 鸡蛋蛋白
3. 影响人体基础代谢的因素有 ()
- A. 体表面积与体型
D. 寒冷
- B. 年龄
E. 性别
- C. 内分泌
4. 促进铁吸收的因素有 ()
- A. 维生素 B
D. 植酸盐
- B. 猪肉
E. 维生素 C
- C. 抗酸药物
5. 维生素 A 缺乏引起 ()
- A. 干眼病
D. 坏血病
- B. 脚气病
E. 失明
- C. 夜盲症
6. 不溶性膳食纤维包括 ()
- A. 纤维素
D. 木质素
- B. 甘露醇
E. 果胶
- C. 半纤维素
7. 人体必需脂肪酸为 ()
- A. γ -亚麻酸
D. EPA.
- B. α -亚麻酸
E. DHA
- C. 亚油酸
8. 食物的能量来源是 ()
- A. 碳水化合物
D. 蛋白质
- B. 酒精
E. 矿物质
- C. 脂肪
9. 下列矿物质中, 属于必需微量元素的有 ()
- A. 锌
D. 铁
- B. 磷
E. 硒
- C. 钙
10. 属于优质蛋白的有 ()
- A. 谷蛋白
D. 白蛋白
- B. 大豆蛋白
E. 鱼肉蛋白
- C. 鸡肉蛋白
11. 下面说法正确的是 ()
- A. 血红素铁主要存在于动物性食品中
B. 血红素铁在肠内的吸收并不受膳食因素的影响
C. 非血红素铁主要存在于动物性食品中
D. 无论是血红素铁还是非血红素铁均受植酸、草酸盐的影响
E. 铁的吸收与体内铁的需要量有关
12. 含碘量丰富的食品有 ()
- A. 海带
D. 紫菜
- B. 深绿色蔬菜
E. 海鱼
- C. 干贝
13. 下面说法正确的是 ()
- A. 铬是体内葡萄糖耐量因子的重要组成成分
B. 硒是谷胱甘肽 S 转移酶的组成成分
C. 锌参与蛋白质合成
D. 人乳中的钙磷比例约为 1:1.5
E. 缺硒是发生克山病的重要原因
14. 维生素 D 的较好食物来源有 ()
- A. 牛奶
D. 蛋黄
- C. 肝脏

D. 谷类

E. 海鱼

四、名词解释

1. 必需氨基酸 2. 氨基酸模式 3. 参考蛋白质 4. 蛋白质功效比值(PER) 5. 限制氨基酸
6. 氨基酸评分 7. 必需脂肪酸(EFA) 8. 食物热效应 9. 蛋白质净利用率(NPU) 10. 必要的氮损失(ONL) 11. 混溶钙池 12. 条件必需氨基酸 13. 生物价 14. 优质蛋白 15. 蛋白质互补作用 16. 内源性氮

五、简答题

1. 评价食物蛋白质营养价值为什么常用表观消化率？
2. 影响铁吸收的主要因素有哪些？
3. 促进钙吸收的因素有哪些？
4. 简述矿物质的共同特点。
5. 必需脂肪酸的生理功能有哪些？
6. 影响钙吸收的因素有哪些？
7. 膳食纤维的生理功能有哪些？
8. 矿物质的生理功能有哪些？

六、论述题

如何评价食物蛋白质的营养价值？

参考答案

一、填空题

1. 佝偻病 骨质疏松症 手足痉挛症 2. 植物油类 3. 组氨酸 4. 维生素 B 族 维生素 C 5
奶和奶制品 6. 计算法 测量法 7. 皮炎 腹泻 痴呆 8. 叶酸 9. 干性脚气病 湿性脚气病
10. 基础代谢 体力活动 食物热效应 11. 血红蛋白 红细胞比积 12. 铁减少期 缺铁性贫血期
13. 干瘦型营养不良 14. 植物油 15. n-3 系列 n-6 系列 16. 食物蛋白质含量 被消化吸收程度
17. 蛋白质 碳水化合物 矿物质 18. 0.01% 19. 16%~19%, 3% 20. 20 g

二、单项选择题

1. B 2. A 3. D 4. B 5. A 6. C 7. A 8. D 9. B 10. C 11. D

三、多项选择题

1. A B D E 2. B C 3. A B C D E 4. B E 5. A C E 6. A C D 7. B C
8. A B C D 9. A D E 10. B C E 11. A B E 12. A C D E 13. A C D E
14. B C E

四、名词解释

1. 必需氨基酸：是指人体内不能合成或合成速度不能满足机体需要，必须从食物中直接获得的氨基酸。
2. 氨基酸模式：就是蛋白质中各种必需氨基酸的构成比例。

3. 参考蛋白质：是指可用来测定其他蛋白质质量的标准蛋白。

4. 蛋白质功效比值(PER)：是用于处在生长阶段中的幼年动物(一般用刚刚乳的雄性大白鼠)，在实验期内其体重增加和摄入蛋白质的量的比值来反映蛋白质营养价值的指标。

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

5 限制氨基酸：食物蛋白质中一种或几种必需氨基酸相对含量较低，导致其他必需氨基酸在体内不能被充分利用而浪费，造成其蛋白质营养价值降低，这些含量相对较低的必需氨基酸称为限制氨基酸。

6. 氨基酸评分：也叫蛋白质的化学评分，是目前被广泛采用的一种评分方法。该方法是用被测蛋白质的必需氨基酸评分模式和推荐的理想模式或参考蛋白的模式进行比较，因此反映蛋白质构成和利用的关系。

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

7. 必需脂肪酸(EFA)：是人体不可缺少而自身又不能合成，必须通过食物供给的脂肪酸。

8. 食物热效应：人体在摄食过程中由于要对食物中营养素进行消化、吸收、代谢转化等需要额外消耗能量，同时引起体温升高和散发能量。这种因摄食而引起能量的额外消耗称食物热效应。

9. 蛋白质净利用率(NPU) 是反映食物中蛋白质被利用的程度 即机体利用的蛋白质占食物中的蛋白质百分比，它包含了食物蛋白质的消化和利用两个方面，因此更为全面。

$$\text{蛋白质净利用率(\%)} = \text{消化率} \times \text{生物价} = \frac{\text{储留氮}}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

10. 必要的氮损失 (ONL) 机体每天由于皮肤、毛发和黏膜的脱落，妇女月经期的失血及肠道菌体死亡排出等损失约 20 g 以上的蛋白质，这种氮排出是机体不可避免的氮消耗，称为必要的氮损失。

11. 混溶钙池：人体中 1% 的钙有一部分与枸橼酸(柠檬酸)螯合或与蛋白质结合另一部分则以离子状态分布于软组织、细胞外液和血液中，将这部分钙称为混溶钙池。

12. 条件必需氨基酸：半胱氨酸和酪氨酸在体内分别由蛋氨酸和苯丙氨酸转变而成，如果膳食中能直接提供这两种氨基酸，则人体对蛋氨酸和苯丙氨酸的需要可分别减少 30% 和 50%。所以将半胱氨酸和酪氨酸这类可减少人体对某些必需氨基酸需要量的氨基酸称为条件必需氨基酸。

13. 生物价：是反映食物蛋白质消化吸收后被机体利用程度的指标。用被机体利用的蛋白质质量与消化吸收的食物蛋白质量的比值的 100 倍表示。生物价越高表明其被机体利用程度越高，其最大值为 100。

$$\text{生物价} = \frac{\text{储留氮}}{\text{吸收氮}} \times 100$$

14. 优质蛋白：当食物蛋白质氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式越接近时，必需氨基酸被机体利用的程度就越高 食物蛋白质的营养价值也相对越高 如动物性蛋白质中蛋、奶、肉、鱼等 以及大豆蛋白均被称为优质蛋白。

15. 蛋白质互补作用：不同食物间相互补充其必需氨基酸不足的作用叫蛋白质互补作用。

16. 内源性氮：也称为粪代谢氮。是指来源于肠道脱落的粘膜细胞和消化液等，其中大部分可被消化和吸收 未被吸收的由粪便排出体外 这种蛋白质中的氮称内源性氮。

五、简答题

1. ① 蛋白质表观消化率(%) = $\frac{\text{食物氮} - \text{粪氮}}{\text{食物氮}} \times 100\%$; ② 蛋白质真消化率(%) = $\frac{\text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})}{\text{食物氮}} \times 100\%$; ③ 由于表观消化率值比真消化率值更低，对蛋白质消化吸收做了较低的估计，具有更大的安全性; ④ 表观消化率测定方法简便易行。

2. 植物性食物中含有的植酸盐、草酸盐；②体内缺乏胃酸或服用抗酸药可影响铁吸收；③铁的吸收与体内铁的需要量和贮存量有关，一般贮存量多时其吸收率低，反之，贮存量低或需要量增加时则吸收率增高。

3. 维生素 D 可促进小肠对钙的吸收；②某些氨基酸如赖氨酸、色氨酸、组氨酸、精氨酸、亮氨酸等可与钙形成可溶性钙盐而促进钙的吸收；③乳糖经肠道菌发酵产酸，降低肠内 pH 值与钙形成乳酸钙复合物可增强钙的吸收；④一些抗生素如青霉素、氯霉素、新霉素有利于钙的吸收。

4. 矿物质在体内不能合成，必须从食物和饮水中摄取；矿物质在体内分布极不均匀；③矿物质相互之间存在协同或拮抗作用；④某些微量元素在体内虽需要量很少，但其生理剂量与中毒剂量范围较窄，摄入过多易产生毒性作用。

5. ①是磷脂的重要组成成分；②是合成前列腺素的前体；③与胆固醇的代谢有关。

6. ①粮食、蔬菜等植物性食物中含有较多的草酸、植酸、磷酸，均可与钙形成难溶的盐类，阻碍钙的吸收；②膳食纤维中的糖醛酸残基可与钙结合，以及未被消化的脂肪酸与钙形成钙皂均影响钙的吸收；③一些碱性药物（如苏打、小檗碱、黄连素）、四环素等也影响钙的吸收。

7. ①增强肠道功能，有利于粪便排出；②控制体重和减肥；③可降低血糖和血胆固醇；④有研究表明，膳食纤维具有预防结肠癌的作用。

8. 构成人体组织的重要成分；②调节细胞膜的通透性；③维持神经和肌肉的兴奋性；④是激素、维生素、蛋白质和多种酶类的组成成分。

六、论述题

评价食物蛋白质的营养价值，对于食品品质的鉴定、新资源食品的研究与开发、指导人群膳食等许多方面都是十分必要的。所以营养学上，主要是从食物的蛋白质含量、被消化吸收程度和被人体利用程度三方面来全面地评价食品蛋白质的营养价值。

(1) 蛋白质的含量

蛋白质含量是食物蛋白质营养价值的基础。食物中蛋白质含量测定一般使用微量凯氏定氮法测定食物中的氮含量，再乘以由氮换算成蛋白质的换算系数(6.25)，就可得到食物蛋白质的含量。

(2) 蛋白质消化率

蛋白质消化率，不仅反映了蛋白质在消化道内被分解的程度，同时还反映消化后的氨基酸和肽被吸收的程度。

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

(3) 蛋白质利用率

衡量蛋白质利用率的指标有很多，各指标分别从不同角度反映蛋白质被利用的程度，下面是几种常用的指标。

生物价(BV) 蛋白质生物价是反映食物蛋白质消化吸收后被机体利用程度的指标。用被机体利用的蛋白质质量与消化吸收的食物蛋白质质量的比值的 100 倍表示。生物价越高表明其被机体利用程度越高，最大值为 100。计算公式如下：

$$\text{生物价} = \frac{\text{储留氮}}{\text{吸收氮}} \times 100$$

$$\text{吸收氮} = \text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮}) \quad \text{储留氮} = \text{吸收氮} - (\text{尿氮} - \text{尿内源性氮})$$

②蛋白质净利用率(NPU) 蛋白质净利用率是反映食物中蛋白质被利用的程度，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，因此更为全面。

$$\text{蛋白质净利用率} = \text{消化率} \times \text{生物价} = \frac{\text{储留氮}}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

蛋白质功效比值(PER) 蛋白质功效比值是用处于生长阶段中的幼年动物(一般用刚断奶的

雄性大白鼠), 在实验期内其体重增加和摄入蛋白质的量的比值来反映蛋白质营养价值的指标。

$$\text{蛋白质功效比值} = \frac{\text{动物体重增加(g)}}{\text{摄入食物蛋白质(g)}}$$

氨基酸评分(AAS) 氨基酸评分也叫蛋白质化学评分, 是目前被广为采用的一种评价方法。该方法是用被测食物蛋白质的必需氨基酸评分模式和推荐的理想模式或参考蛋白模式进行比较, 因此可反映蛋白质构成和利用的关系。

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

(单毓娟 王小雪)

第二章

植物化学物

教学大纲要求

(一) 掌握内容

植物化学物的概念、分类及生物学作用 黄酮类化合物、大蒜、大豆皂甙的生物学作用。

(二) 熟悉内容

植物化学物在植物中的分布；多酚类化合物的分类；黄酮类化合物的结构；含硫化合物在食物中的分布；大豆皂甙的化学结构。

(三) 了解内容

黄酮类化合物的类型；大蒜的化学成分；大豆皂甙的理化特性。

教学大纲精要

植物化学物属于植物的次级代谢产物 (secondary metabolites)。植物的初级代谢产物 (primary metabolites) 主要是碳水化合物、蛋白质、脂肪。植物的次级代谢产物中除维生素外均是非营养成分 这些次级代谢产物是生物进化过程中维持其与周围环境相互作用的生物活性分子 将它们统称为植物化学物。植物化学物的分类 类胡萝卜素、植物固醇、皂甙、芥子油甙、多酚、蛋白酶抑制剂、单萜类、植物雌激素、硫化物、植物凝血素。植物化学物的生物学作用 抗癌作用、抗氧化作用、免疫调节作用、抗微生物作用、降胆固醇作用。

多酚类化合物主要是指酚酸及类黄酮。黄酮类化合物也称类黄酮，泛指两个苯环(A 环和 B 环) 通过中央三碳链相互连接而形成的一系列化合物。根据其取代基的不同，将黄酮类化合物分为六类：黄酮及黄酮醇类 (该类的槲皮素及其甙类是植物界分布最广、最多的黄酮类化合物)、二氢黄酮及二氢黄酮醇类、黄烷醇类、异黄酮及二氢异黄酮类、双黄酮类。

黄酮类化合物的许多生物学作用均与其抗氧化活性有关，它们对自由基清除作用的强弱主要与其结构有关。黄酮类化合物的生物学作用主要表现在以下方面 抗氧化作用、抗肿瘤作用、保护心血管作用、抗突变作用、其他生物学作用如对免疫功能、骨质疏松等方面的作用。

大蒜和洋葱中的含硫化合物最为丰富。大蒜是百合科葱属多年生草本植物生葱的地下鳞茎。大蒜中几乎含有人体需要的所有必需氨基酸，大蒜中主要含有维生素 A、维生素 B、维生素 C。此外，大蒜中还含有前列腺素 A、前列腺素 B、前列腺素 C。大蒜中的含硫成分多达 30 余种，其中二烯丙基二硫化物 (即蒜素) 的生物活性最强。大蒜的生物学作用有 抗突变作用、抗癌作用、提高免疫功能、抗氧

四、名词解释

1. 植物化学物：植物化学物是存在于植物的次级代谢产物中，具有生物活性的非营养成分（除维生素外）。

2. 植物的初级代谢产物主要是指碳水化合物、蛋白质和脂肪，其主要作用是进行植物细胞的能量代谢和结构重建。

3. 植物雌激素：指植物中存在的可结合到哺乳动物体内雌激素受体上并能发挥类似于内源性雌激素作用的成分。

五、简答题

1. 按照功能可分为十大类：类胡萝卜素、植物固醇、皂甙、芥子油甙、多酚、蛋白酶抑制剂、单萜类、植物雌激素、硫化物、植物凝血素。

2. 抗癌作用、抗氧化作用、免疫调节作用、抗微生物作用、降胆固醇作用。

3. 抗突变作用、抗癌作用、抗氧化作用、免疫调节作用、对心脑血管的作用、抗病毒作用。

4. 吡咯-3-甲醇（莱菔硫烷）、金雀异黄素（红茶多酚、槲皮素）、大豆皂甙。

5. 主要有 6 类：黄酮及黄酮醇类、二氢黄酮及二氢黄酮醇类、黄烷醇类、异黄酮及二氢异黄酮类、双黄酮类、其他如查耳酮、花色甙等。

6. 抗突变作用、抗癌作用、对免疫功能的影响、抗氧化和延缓衰老作用。

六、论述题

植物化学物有多种生理作用，主要表现在以下几个方面：

(1) 抗癌作用

癌症的发生是一个多阶段过程，植物化学物几乎可以在每一个阶段抑制肿瘤发生。如某些酚酸可与活化的致癌剂发生共价结合并掩盖 DNA 与致癌剂的结合位点，大豆中存在的金雀异黄素和植物雌激素在离体实验条件下可抑制血管生长和肿瘤细胞的生长和转移。此外，植物化学物中的芥子油甙、多酚、单萜类、硫化物等可通过抑制 I 相代谢酶和诱导 II 相代谢酶来发挥抗癌作用。

(2) 抗氧化作用

现已发现植物化学物如类胡萝卜素、多酚、植物雌激素、蛋白酶抑制剂和硫化物也具有明显的抗氧化作用。

某些类胡萝卜素如番茄红素对单线态氧和氧自由基具有更有效的保护作用。多酚类是植物化学物中抗氧化活性最高的一类物质。

(3) 免疫调节作用

除类胡萝卜素外，对其他植物化学物的免疫调节作用的研究还不多。多项实验研究及干预性研究结果均表明，类胡萝卜素能够调节机体的免疫功能。在离体条件下发现，类黄酮具有免疫调节作用，皂甙、硫化物能增强机体的免疫功能。

(4) 抗微生物作用

某些植物用于抗感染研究由来已久。近年来，由于化学合成药物的毒副作用使得研究植物提取物的抗微生物作用又成为一个热点。早期研究证实，球根状植物中的硫化物具有抗微生物作用。硫化物中的蒜素、芥子油甙中的代谢物异硫氰酸盐等也具有抗微生物活性。

(5) 降胆固醇作用

动物实验和临床研究均发现，皂甙、植物固醇、硫化物、生育三烯酚具有降低血胆固醇水平的作用。血清胆固醇降低的程度与食物中的胆固醇和脂肪含量有关。植物化学物降低胆固醇的机制可能

与抑制胆酸吸收、促进胆酸排泄、减少胆固醇在肠外的吸收有关。此外 植物化学物如生育三烯酚和硫化物能够抑制肝脏中胆固醇代谢的关键酶，如羟甲基戊二酸单酰 CoA 还原酶 (HMG-CoA)。

除以上作用外 植物化学物还具有调节血压、血糖和血凝及抑制炎症等作用。

(单毓娟)