

# 食品与营养学

金龙飞 编著

 中国轻工业出版社

# 食品与营养学

金龙飞 编著

 中国轻工业出版社

455498

图书在版编目(CIP)数据

食品与营养学/金龙飞编著. -北京:中国轻工业出版社, 1999. 2

ISBN 7-5019-2408-2

I. 食… II. 金… III. 食品营养 IV. R151.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 40436 号

2070/28

责任编辑:沈力匀

责任校对:郎静瀛

责任终审:滕炎福

封面设计:柳荫

\*

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印刷:武汉测绘科技大学印刷厂(武汉珞瑜路39号,邮编:430079)

经销:新华书店经销

版次:1999年2月第1版 1999年2月第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:12.5

字数:304千字 印数:1-1500

书号:ISBN 7-5019-2408-2/TS·1469

定价:15.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

## 内 容 提 要

全书主要通过讲述食品与营养的基本术语与概念、食品成分与分析、人体代谢的生理学基础、食品中  
有毒成分及其营养价、食品的贮藏与保鲜、膳食类型与食品的合理组合等内容。全面阐述了食品 and 营养学  
的基础知识以及目前的研究和发展状况并介绍了一些基本的食品与营养学理论,具有一定的实用性。

本书可用作高等院校相关课程教材,也可供有关科研人员和技术开发人员参考。

## 序 言

食品与营养学是每一个人都应该掌握的一门学问,因为食品与营养牵扯到每个人的切身利益。为了能使来自各方面的读者,都可以学习和掌握本书的内容,作者在编写此书时,尤为注重本书的选材和内容的深度,并在编写的过程中,尽量地增加了可实际应用的内容,甚至编写进一些有用的数据作为附录,使此书成为广大读者在食品与营养学方面的一本入门的教科书。

此书能够最终得以出版,曾得益于许多人的帮助。另外,在多次的教学使用过程中,许多师生也曾提出过有益的意见,有一些建议已在书中采用。对于这些热心的人们,特别是李红珍小姐、王晓平女士,在此一并表示我的衷心的感谢。

还需要指出的是,在编写本书时曾参考了许多文献,在此,我也要对那些原作者们表示衷心的感谢。

由于本人水平有限,书中难免有不妥之处,希望广大读者在选读中如果发现问题不吝赐教。

金龙飞

1998年6月,于桂子山

# 目 录

|                                       |    |                     |    |
|---------------------------------------|----|---------------------|----|
| 第一章 导论.....                           | 1  | 第四节 消化与消化异常 .....   | 18 |
| 第一节 食品成分.....                         | 1  | 一、消化道的运动 .....      | 18 |
| 一、食品 .....                            | 1  | 二、消化道的分泌 .....      | 18 |
| 二、食品成分及分类 .....                       | 2  | 三、消化过程 .....        | 21 |
| 三、食品成分的可组合性 .....                     | 2  | 四、消化异常 .....        | 21 |
| 第二节 食品成分的化学分析.....                    | 3  | 第五节 吸收过程 .....      | 22 |
| 一、一般食品分析样品的制备 .....                   | 3  | 一、吸收部位 .....        | 22 |
| 二、水 .....                             | 3  | 二、吸收机制 .....        | 23 |
| 三、蛋白质和氨基酸 .....                       | 3  | 第三章 中间代谢与能量需要 ..... | 25 |
| 四、脂质或脂肪 .....                         | 4  | 第一节 中间代谢原理 .....    | 25 |
| 五、纤维素 .....                           | 5  | 一、中间代谢 .....        | 25 |
| 六、灰分或无机质 .....                        | 5  | 二、分解代谢 .....        | 25 |
| 七、碳水化合物 .....                         | 5  | 三、合成代谢 .....        | 26 |
| 八、维生素 .....                           | 6  | 第二节 基本营养素的能量值 ..... | 26 |
| 第三节 营养素 .....                         | 6  | 一、能量单位 .....        | 26 |
| 一、定义 .....                            | 6  | 二、热量与功的等值性意义 .....  | 26 |
| 二、营养素的功能 .....                        | 6  | 三、营养素的能量值 .....     | 27 |
| 第四节 有关的基本术语和概念.....                   | 7  | 第三节 能量平衡与能量值 .....  | 28 |
| 一、营养食品 .....                          | 7  | 一、食物能量值 .....       | 28 |
| 二、嗜好品 .....                           | 7  | 二、人体能量值的测定和计算 ..... | 29 |
| 三、营养状况 .....                          | 7  | 三、能量需要量 .....       | 31 |
| 四、食物中毒 .....                          | 7  | 四、能量需要量和值 .....     | 32 |
| 五、FAO/WHO、LD <sub>50</sub> 、ADI ..... | 7  | 第四章 碳水化合物 .....     | 33 |
| 第二章 人体代谢的生理学基础.....                   | 9  | 第一节 食品中的碳水化合物 ..... | 33 |
| 第一节 人体成分.....                         | 9  | 一、存在与含量 .....       | 33 |
| 一、人体元素 .....                          | 9  | 二、碳水化合物食品的分类 .....  | 33 |
| 二、人体所含的主要化合物 .....                    | 10 | 第二节 碳水化合物的化学 .....  | 34 |
| 第二节 酶与激素 .....                        | 12 | 一、碳水化合物的分类 .....    | 34 |
| 一、酶 .....                             | 12 | 二、碳水化合物的性质 .....    | 34 |
| 二、激素 .....                            | 13 | 第三节 重要的碳水化合物 .....  | 36 |
| 第三节 人体代谢的消化道系统 .....                  | 16 | 一、单糖 .....          | 36 |
| 一、消化道 .....                           | 16 | 二、寡糖 .....          | 36 |
| 二、消化器官 .....                          | 17 |                     |    |

|                       |    |                       |    |
|-----------------------|----|-----------------------|----|
| 三、多糖 .....            | 37 | 二、结合蛋白质 .....         | 58 |
| 四、其他碳水化合物 .....       | 38 | 第四节 蛋白质和氨基酸的代谢 .....  | 59 |
| 第四节 碳水化合物的代谢 .....    | 39 | 一、蛋白质的消化 .....        | 59 |
| 一、碳水化合物的消化 .....      | 39 | 二、氨基酸的吸收 .....        | 59 |
| 二、碳水化合物的吸收 .....      | 40 | 三、蛋白质和氨基酸的中间代谢 .....  | 60 |
| 三、碳水化合物的中间代谢 .....    | 40 | 第五节 蛋白质和氨基酸的营养 .....  | 61 |
| 第五节 碳水化合物的营养 .....    | 43 | 一、氮平衡 .....           | 61 |
| 一、食品成分的营养 .....       | 43 | 二、蛋白质的营养意义 .....      | 61 |
| 二、碳水化合物的营养 .....      | 44 | 三、限制性氨基酸 .....        | 62 |
| 第五章 脂质 .....          | 45 | 四、蛋白质和氨基酸的需要量 .....   | 63 |
| 第一节 食品中的脂质 .....      | 45 | 第七章 维生素 .....         | 64 |
| 一、存在与含量 .....         | 45 | 第一节 食品中的维生素 .....     | 64 |
| 二、脂质食品的分类 .....       | 45 | 一、维生素的国际单位 .....      | 64 |
| 第二节 脂肪的化学 .....       | 45 | 二、食品中维生素的存在与含量 .....  | 64 |
| 一、脂肪的分类 .....         | 45 | 第二节 维生素的化学 .....      | 65 |
| 二、脂肪的结构与脂肪酸 .....     | 46 | 一、维生素的命名 .....        | 65 |
| 三、脂肪的性质 .....         | 48 | 二、维生素的分类 .....        | 65 |
| 第三节 类脂 .....          | 49 | 三、维生素的性质 .....        | 65 |
| 一、磷脂 .....            | 49 | 第三节 维生素的代谢及营养意义 ..... | 66 |
| 二、糖脂 .....            | 50 | 一、维生素的消化 .....        | 66 |
| 三、甾醇 .....            | 50 | 二、维生素的吸收 .....        | 66 |
| 第四节 脂肪的代谢 .....       | 51 | 三、维生素的中间代谢 .....      | 67 |
| 一、脂肪的消化 .....         | 51 | 四、维生素的营养意义 .....      | 67 |
| 二、脂肪的吸收与重新酯化 .....    | 51 | 第四节 重要的维生素 .....      | 68 |
| 三、脂肪的中间代谢 .....       | 52 | 一、水溶性维生素 .....        | 68 |
| 第五节 脂质的营养 .....       | 52 | 二、脂溶性维生素 .....        | 70 |
| 一、脂质的能量 .....         | 52 | 第五节 食品的维生素强化法 .....   | 71 |
| 二、必需脂肪酸 .....         | 53 | 一、食品强化的定义 .....       | 71 |
| 三、类脂成分 .....          | 53 | 二、强化方法 .....          | 72 |
| 四、其他作用 .....          | 53 | 三、强化剂量 .....          | 72 |
| 第六章 蛋白质和氨基酸 .....     | 54 | 四、强化食品种类 .....        | 72 |
| 第一节 食品中的蛋白质和氨基酸 ..... | 54 | 第八章 水 .....           | 73 |
| 一、存在与含量 .....         | 54 | 第一节 水的存在和存在状态 .....   | 73 |
| 二、蛋白质食品的分类 .....      | 55 | 一、水在食品中的存在 .....      | 73 |
| 第二节 蛋白质和氨基酸的化学 .....  | 55 | 二、水的存在状态 .....        | 73 |
| 一、氨基酸的化学 .....        | 55 | 三、水分活度及其意义 .....      | 73 |
| 二、蛋白质的构成 .....        | 56 | 第二节 水的性质 .....        | 74 |
| 三、蛋白质的性质 .....        | 56 | 一、溶剂特性 .....          | 74 |
| 第三节 重要的蛋白质及其特性 .....  | 57 | 二、水的硬度 .....          | 74 |
| 一、单纯蛋白质 .....         | 57 | 第三节 食品生产中的饮用水 .....   | 75 |

|                              |    |                               |     |
|------------------------------|----|-------------------------------|-----|
| 一、卫生要求 .....                 | 75 | 第二节 污染物质 .....                | 92  |
| 二、饮用水的净化处理 .....             | 75 | 一、概述 .....                    | 92  |
| 第四节 水的代谢 .....               | 76 | 二、霉菌污染产生的霉菌毒素 .....           | 93  |
| 一、水的吸收 .....                 | 76 | 三、细菌污染产生的细菌毒素 .....           | 95  |
| 二、水的代谢 .....                 | 76 | 四、食品加工过程中的物理和<br>化学污染物质 ..... | 96  |
| 第五节 水在人体中的平衡 .....           | 76 | 五、环境污染产生的有毒物质 .....           | 96  |
| 一、水的摄入 .....                 | 76 | 第十一章 色香味成分 .....              | 98  |
| 二、水的排出 .....                 | 77 | 第一节 色素 .....                  | 98  |
| 三、水的平衡 .....                 | 77 | 一、色素及其基本要求 .....              | 98  |
| 第九章 无机质 .....                | 78 | 二、色素的分类 .....                 | 98  |
| 第一节 无机质的种类和分布 .....          | 78 | 三、天然色素 .....                  | 98  |
| 一、无机质的种类和来源 .....            | 78 | 四、后色素 .....                   | 102 |
| 二、存在与含量 .....                | 78 | 五、人工合成色素 .....                | 104 |
| 第二节 无机质的化学 .....             | 78 | 第二节 香气成分 .....                | 105 |
| 一、溶解性 .....                  | 78 | 一、香气及其含量 .....                | 105 |
| 二、酸碱性 .....                  | 79 | 二、嗅觉的生理基础 .....               | 106 |
| 第三节 无机质的代谢及营养生理<br>学意义 ..... | 80 | 三、嗅觉理论 .....                  | 106 |
| 一、无机质的吸收 .....               | 80 | 四、香气成分的阈值与香气值 .....           | 106 |
| 二、无机质的中间代谢 .....             | 80 | 五、香气成分的形成途径 .....             | 106 |
| 三、无机质的营养生理学意义 .....          | 80 | 六、植物性食品的香气成分 .....            | 107 |
| 第四节 重要的无机质 .....             | 82 | 七、动物性食品的香气成分 .....            | 107 |
| 一、常量元素 .....                 | 82 | 八、加热过程中食品产生的香气 .....          | 108 |
| 二、微量元素 .....                 | 83 | 九、发酵食品的香气 .....               | 109 |
| 第十章 外源性物质 .....              | 85 | 十、嗜好品的香气 .....                | 109 |
| 第一节 食品添加剂 .....              | 85 | 十一、香气的保护与增强 .....             | 109 |
| 一、概述 .....                   | 85 | 第三节 呈味成分 .....                | 110 |
| 二、食品添加剂的分类 .....             | 85 | 一、味觉的定义 .....                 | 110 |
| 三、防腐剂 .....                  | 86 | 二、味觉的生理学 .....                | 111 |
| 四、杀菌剂 .....                  | 87 | 三、味觉的分类 .....                 | 111 |
| 五、抗氧化剂 .....                 | 88 | 四、酸味与酸味成分 .....               | 111 |
| 六、乳化剂 .....                  | 88 | 五、甜味与甜味成分 .....               | 113 |
| 七、增稠剂 .....                  | 89 | 六、苦味与苦味成分 .....               | 117 |
| 八、膨松剂 .....                  | 89 | 七、辣味与辣味成分 .....               | 118 |
| 九、着色剂 .....                  | 90 | 八、咸味与咸味成分 .....               | 118 |
| 十、增香剂 .....                  | 90 | 九、涩味与涩味成分 .....               | 118 |
| 十一、调味剂 .....                 | 90 | 十、鲜味与鲜味成分 .....               | 119 |
| 十二、营养强化剂 .....               | 91 | 十一、其他味觉及其成分 .....             | 120 |
| 十三、食品添加剂的毒性作用 .....          | 91 | 第十二章 有毒成分 .....               | 121 |
| 十四、食品添加剂的发展趋势 .....          | 92 | 第一节 植物性有毒成分 .....             | 121 |
|                              |    | 一、分类 .....                    | 121 |



|                          |     |                      |     |
|--------------------------|-----|----------------------|-----|
| 二、毒苷物质 .....             | 121 | 一、营养价的表示 .....       | 139 |
| 三、毒酸成分 .....             | 122 | 二、食品成分表 .....        | 139 |
| 四、毒酚 .....               | 122 | 第二节 分类食品的营养价值 .....  | 140 |
| 五、毒胺成分 .....             | 122 | 一、谷类 .....           | 140 |
| 六、有毒氨基酸成分 .....          | 122 | 二、薯芋类 .....          | 141 |
| 七、毒菌的有毒成分 .....          | 123 | 三、油脂类 .....          | 141 |
| 八、有毒植物蛋白 .....           | 123 | 四、畜禽肉类 .....         | 141 |
| 第二节 动物性有毒成分 .....        | 124 | 五、水产类 .....          | 142 |
| 一、概述 .....               | 124 | 六、海味类 .....          | 143 |
| 二、无鳞鱼毒素 .....            | 124 | 七、蛋类 .....           | 143 |
| 三、河豚鱼毒素 .....            | 124 | 八、乳类 .....           | 144 |
| 四、海产藻类和贝类毒素 .....        | 124 | 九、豆类 .....           | 144 |
| 第三节 食品加工过程中形成的有毒成分 ..... | 125 | 十、硬果类 .....          | 145 |
| 一、食用油脂氧化物 .....          | 125 | 十一、水果类 .....         | 145 |
| 二、盐卤 .....               | 126 | 十二、蔬菜类 .....         | 145 |
|                          |     | 十三、食用菌类 .....        | 146 |
| 第十三章 食品中其他成分 .....       | 127 | 第十五章 食品的贮藏与保鲜 .....  | 148 |
| 第一节 核酸 .....             | 127 | 第一节 加热处理 .....       | 148 |
| 一、概述 .....               | 127 | 一、加热方法的原理 .....      | 148 |
| 二、物理性质和化学性质 .....        | 127 | 二、加热杀菌的影响因素 .....    | 149 |
| 三、代谢 .....               | 128 | 三、超高温杀菌 .....        | 151 |
| 第二节 酶 .....              | 128 | 第二节 干燥处理 .....       | 151 |
| 一、食品中的酶 .....            | 128 | 一、干燥方法的原理 .....      | 151 |
| 二、酶的性质 .....             | 128 | 二、原料处理 .....         | 151 |
| 三、重要的酶及其作用 .....         | 129 | 三、干燥方法 .....         | 152 |
| 第三节 激素 .....             | 130 | 四、干燥食品的吸湿和变化 .....   | 154 |
| 一、食品中的激素 .....           | 130 | 第三节 冷藏和冷冻处理 .....    | 154 |
| 二、激素的性质 .....            | 131 | 一、冷藏和冷冻方法的原理 .....   | 154 |
| 三、食品激素成分的作用 .....        | 131 | 二、冰结晶 .....          | 156 |
| 第四节 乙醇 .....             | 132 | 三、分类食品的冷藏和冷冻处理 ..... | 157 |
| 一、食品中的乙醇 .....           | 132 | 第四节 贮藏与保鲜中其他方法 ..... | 159 |
| 二、乙醇的性质 .....            | 132 | 一、化学药物法 .....        | 159 |
| 三、乙醇的生理学作用 .....         | 133 | 二、放射线照射法 .....       | 159 |
| 第五节 生物碱 .....            | 134 | 第十六章 食品的合理组合 .....   | 161 |
| 一、生物碱及其性质 .....          | 134 | 第一节 膳食类型 .....       | 161 |
| 二、食品中的生物碱 .....          | 134 | 一、膳食类型的分类 .....      | 161 |
| 三、生物碱的生理学作用 .....        | 135 | 二、膳食类型的评价 .....      | 162 |
| 四、重要的生物碱及其特性 .....       | 137 | 第二节 食品的合理组合 .....    | 162 |
| 第十四章 食品的营养价 .....        | 139 | 一、组合原则 .....         | 162 |
| 第一节 食品营养价的考察方法 .....     | 139 | 二、营养原则 .....         | 163 |
|                          |     | 第三节 食品加工生产过程中营养      |     |

|                             |     |                                                  |     |
|-----------------------------|-----|--------------------------------------------------|-----|
| 素的组成和含量的变化 .....            | 164 | 四、老年人膳食 .....                                    | 174 |
| 一、营养素损失的途径 .....            | 164 | 第六节 病弱者膳食 .....                                  | 175 |
| 二、各种加工生产方法对营养素<br>的影响 ..... | 165 | 一、病弱者膳食的基础 .....                                 | 175 |
| 三、家庭烹调与营养素保护 .....          | 167 | 二、一般保护性膳食 .....                                  | 175 |
| 第四节 素膳 .....                | 170 | 三、特殊保护性膳食 .....                                  | 176 |
| 一、定义 .....                  | 170 | 四、治疗膳食 .....                                     | 179 |
| 二、纯素膳 .....                 | 170 | 附录                                               |     |
| 三、广义素膳 .....                | 170 | 一、食物成分表 .....                                    | 181 |
| 四、生食膳 .....                 | 170 | 二、推荐的每日膳食中营养素供给量(中国<br>营养学会 1988 年 10 月修订) ..... | 185 |
| 第五节 健康人膳食 .....             | 171 | 三、WHO 建议的营养素摄入量<br>(1984 年) .....                | 188 |
| 一、儿童和少年膳食 .....             | 171 | 主要参考文献 .....                                     | 189 |
| 二、成人膳食 .....                | 172 |                                                  |     |
| 三、孕妇和乳母膳食 .....             | 173 |                                                  |     |

# 第一章 导 论

食品学是研究食品的成分、性质、来源以及与人体关系的一门科学；营养学是研究食品与人体化学变化的科学。

从学科建立的发展过程来看，食品学与营养学基本上是在近现代时期，由传统学科向边缘拓宽后逐渐形成起来的。同时，食品学与营养学之间也具有很强的联系，有许多内容是相互重叠交叉的，所以，我们将食品学与营养学合并为食品与营养学，相信对于学习和探讨是更有益处的。

食品与营养学的主要内容可以归纳为以下几个方面：

- ①食品成分、性质及其分析检测；
- ②食品成分在人体内的代谢变化过程；
- ③食品成分的营养及其相互关系；
- ④食品与食品成分的制备和新来源；
- ⑤食品加工及对营养素的影响；
- ⑥食品的贮藏与保鲜；
- ⑦营养与疾病的关系。

从总体上来讲，和食品与营养学关系紧密的学科有生理学、生物化学、食品化学、营养化学、食品工艺学、烹饪学、食品卫生学、心理学等。

## 第一节 食品成分

### 一、食品

在阐述食品成分之前，我们有必要弄清楚什么是食品。食品的科学定义是：食品是经口摄入，可以维持生命、发育，即提供能量和形成或替代组织的物质。

但是，使用这个食品定义来进行行业管理，则是比较困难的。所以，许多国家和地区为管理的方便和切实有效，大多制定了各自的食物定义，并将广泛的食物物质加以删减，以适合特定的国情和民俗。

《中华人民共和国食品卫生法》(1995年公布)规定，食品是“指各种供人食用或者饮用的成品和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。”在这里，除了传统上的膳疗食品外，新研制和开发出来的膳疗食品已不属于食品之列了。由于膳疗食品是一类组成成分和性质适合一定年龄的人在特殊情况、特殊环境条件下的营养需要的食品，因此确定一种物质是以治疗为目的，还是以提供营养为目的，有时是比较困难的。

需要指出的是，从广义的角度上来讲，有人认为只有加工以后的食物才成其为食品。作为一种概念上的区别，存在着食物包含食品的关系。为了使它在概念上得到一致，我们认为，以一种公认的“一切食物都是食品”这样一种不加区分的说法更为合适。

## 二、食品成分及分类

食品成分是食品中含有的可以用化学方法进行分析的各种物质。用化学分解的方法,可以将食品分解为其组成成分。从纯化学的意义上讲,食品是由多种化学物质成分组成的一种混合物,并且这种混合物一般都是由许多物质成分构成的。这也是大多数食品的共同之处。

一般可以将食品划分为内源性物质成分和外源性物质成分两大部分。其中,内源性物质成分是食品本身所具有的成分,而外源性物质成分则是在食品从加工到摄食全过程中进入的成分。食品成分的具体内容分解,见图 1-1 所示。

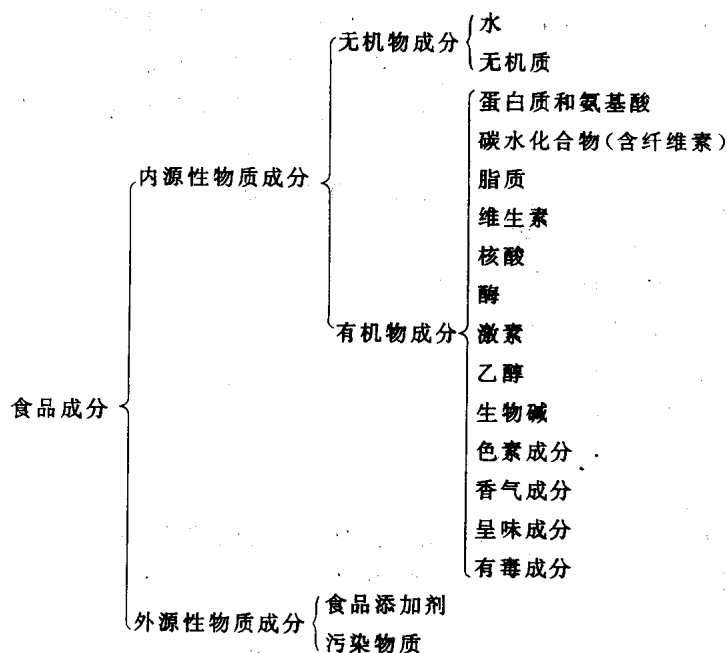


图 1-1 食品成分的分类

食品的外源性物质成分,包括食品添加剂和污染物质两类,一般在食品中所占比例很小。但是,它们对食品的影响却是很大的。在适当的量比情况下,食品添加剂与污染物质往往呈现出相反的影响结果。

内源性物质分为两类 15 种成分,是食品构成中的主要内容。其中,无机物成分包括有水和无机质两种,有机物成分则包括有蛋白质和氨基酸、碳水化合物(含纤维素)、脂质、维生素、核酸、酶、激素、乙醇、生物碱、色素成分、香气成分、呈味成分和有毒成分,共计有 13 种。

值得指出的是,以上对食品成分的划分,不是依据对物质的化学组成、性质等方面的考虑。像无机质、维生素、色素成分等,它们的具体物质、组成和性质上并没有多少共性。之所以这样区分,主要是从食品与营养角度出发,把具有相同或相类似功用的成分划分为一种类别,以便于整个内容的展开和探讨。

根据食品成分的含量,也可以将食品的成分大致地划分为 6 种,即:水、蛋白质、脂肪、碳水化合物(不含纤维素)、纤维素(俗称纤维)和无机质。这是 6 种一般的成分。维生素、激素等则属于微量的成分。食品一般成分的含量总和基本上为食品成分总含量的 100%。但是,对于特殊食品,如白酒,并不具有这种关系。

## 三、食品成分的可组合性

从大量食品的化学分析结果可以知道,在各种食品的组成成分中,只有某些成分是相同

的。而且,这些成分在各食品中的含量也是千差万别的。因此说食品是食品成分中的一种或多种或全部种类的一种组合,是一个混合物。换句话讲,就是由食品成分可以组合出各种各样的食品,这也就是食品成分的可组合性。正是由于组合性,才造就出了各种食品内在的差别,造成了我们对食品营养价值的评价。

食品是一种混合物以及食品成分的可组合性,将贯穿于整个食品与营养学领域。

## 第二节 食品成分的化学分析

### 一、一般食品分析样品的制备

一个适用于各类型食品及配料的样品制备方法,必须建立在能够保存最不稳定成分这一重要前提下。显然,必须首先将样品进行冷冻,然后粉碎成小块,用液态氮进一步冷却后,将样品研磨成细粉。这是一个完全正规的处理方法和要求。当然,在确定了具体的分析对象后,可以根据研究对象的化学性质选择更适宜或更简单的样品处理方法。

现介绍一种典型操作的步骤:

- ①除去骨头或其他不能食用的部分;
- ②迅速地使样品在 $-20^{\circ}\text{C}$ 冻结,并在匀质前一直使食品保持这个温度;
- ③将处于冻结状态的样品小心地破碎为小块。在这一操作过程中,要求食品始终保持冻结;
- ④称取500g以上有代表性的样品;
- ⑤用液态氮充满杜瓦真空瓶;
- ⑥将样品通过已事先预冷至 $-20^{\circ}\text{C}$ 的绞碎粉碎器,并立即将粉碎的样品转移到杜瓦真空瓶中;
- ⑦用液态氮将搅拌器的杯子冷却;
- ⑧将样品匀质成粉状;
- ⑨将广口瓶冷却到 $-20^{\circ}\text{C}$ ;
- ⑩将粉状样品转移到预先冷却好的样品瓶(广口瓶)中;
- ⑪将样品瓶放入塑料容器内,贮存于 $-20^{\circ}\text{C}$ 的冷冻箱内,以供进一步的分析用。

### 二、水

食品的水或水分含量值,大多采用加热干燥产生的重量差来得出。具体的干燥方法有两种,即空气烘干法和真空烘干法。

空气烘干法为适用于一切食品的水的分析方法。但是,含有水以外的挥发性化合物或在 $100^{\circ}\text{C}$ 时容易发生分解的食品除外。这个方法的原理就是将样品在空气烘箱内干燥到恒量。5g左右的样品,干燥时间大约为6h。

真空烘干法适用于含有在 $100^{\circ}\text{C}$ 时容易发生分解化合物的食品的水的分析方法。在低压、低温下,可以保证容易分解的化合物的稳定性。在真空烘箱干燥时,3300Pa的情况下控制温度为 $70^{\circ}\text{C}$ ,需经过6h。如果样品中含有大量的水,则应在开始干燥的1~2h内,缓慢地向烘箱内通入干燥空气,这样做对于食品的干燥过程将更为有利。

### 三、蛋白质和氨基酸

蛋白质含量的分析,大多依据蛋白质为有机氮化合物这一特征。食物中蛋白质的含氮

量,可在  $150 \sim 180 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  (15%~18%) 的范围内变动。测定食品中的含氮量后,通过氮与蛋白质换算系数  $100/(15 \sim 18)$ ,或  $100/16$  或  $6.25$ ,即可得出粗蛋白质含量值。一般情况下,人们都是取  $6.25$  作为与氮蛋白质换算系数。但是,当食品为乳制品时,氮蛋白质系数修正为  $6.38$ ;对于谷类制品,此值则为  $5.70$ 。

测定食品的总氮值,一般采用常量的 Kjeldahl 法和自动比色法。

常量的 Kjeldahl 法适用于所有的食品。其原理是,将样品用浓硫酸消化(硫酸铜作催化剂),使有机氮转变为铵离子,然后加入氢氧化钠碱溶液使其释放出氨,并将其蒸馏到过量的硼酸溶液中。最后用盐酸滴定蒸馏液,测定出吸收在硼酸中的氮量。

操作时,一般称取  $2 \text{g}$  样品(含脂肪高的约  $1.5 \text{g}$ ),并加入  $15 \text{g}$  硫酸钾和  $0.5 \text{g}$  硫酸铜,浓硫酸的用量为  $25 \text{ml}$ ,总消化时间不应小于  $2 \text{h}$ 。

自动比色法则是将样品用浓硫酸消化,以过氧化氢和汞作为催化剂,使有机氮转变为铵离子。然后,根据酚和次氯酸钠与氨作用产生蓝色,采用自动系统,在波长为  $510 \text{nm}$  和  $630 \text{nm}$  处进行测定。

蛋白质的氨基酸组成分析,大多采用自动色谱分析法。其测定过程分为两步:

(1)水解蛋白质释放出氨基酸 常用的方法,就是在隔绝空气的条件下用盐酸水解,从而使蛋白质的肽键发生断裂,产生氨基酸混合液。这种水解法对于那些对酸比较稳定的氨基酸来说,一般都可以获得比较好的结果。但是,有胱氨酸、半胱氨酸、蛋氨酸和色氨酸时,必须用另外的办法进行水解。

含有胱氨酸、半胱氨酸、蛋氨酸和色氨酸的蛋白质,一般在水解前需要先对这些不稳定的氨基酸进行处理。或优先反应,或进行保护。大多数情况下,是先控制反应条件,用过甲酸进行氧化,使上述氨基酸都转变为其氧化物磺基丙氨酸和蛋氨酸砒。所生成的这些对酸稳定的氧化物,可以再通过盐酸水解法从蛋白质中分离出来。

(2)氨基酸的色层分离及测定 氨基酸的色谱分析可以用氨基酸自动分析仪进行。比色波长选择在  $570 \text{nm}$  或  $440 \text{nm}$  处,然后用数据处理或三角测量法计算记录峰的面积,通过标准样品的氨基酸含量与面积的关系,就可以得出所测样品的氨基酸含量值。

#### 四、脂质或脂肪

脂质或脂肪的分析,基本上都是采用萃取的方法,只是在样品处理和试剂选用上存在差别。通常采用的方法有 Soxhlet 法、Weibul 法和氯仿-甲醇萃取法。

Soxhlet 法比较简单实用,是最为人们愿意选用的。但是,其精确度要比其他方法差些。它是用石油醚将测定水含量后留下的残渣中的脂肪萃取出来,然后蒸发除去石油醚溶剂,称量残留的脂肪质量。

Weibul 法适用于除某些乳制品以外的大多数食品。它是在稀盐酸中煮沸样品,使吸着的和结合的脂质部分游离出来,然后再用正己烷或石油醚进行萃取。

氯仿-甲醇萃取法是一种适用于各种类型的、需要进一步测定其脂肪特性的食品的方法。其原理为:

将氯仿-甲醇混合液加入样品后,激烈搅拌溶液,以萃取脂肪。然后,添加计算量的水,使溶液分为两相。分出氯仿层,并用稀氯化钠溶液洗涤以除去蛋白质类物质,再用无水硫酸钠进行干燥。最后,蒸干氯仿,即可称得脂肪残留物的质量。

测定乳制品,包括乳、乳制品和冰淇淋中的脂肪时,一般采用 Roose-Göttlieb 法。它是用

二乙醚和石油醚从样品的乙醇铵溶液中萃取脂肪的。

## 五、纤维素

纤维素是不能消化的物质。在用化学方法进行分解时,用稀酸不能将其溶解。纤维素含量的分析,一般采用下述的两种方法。

### 1、剥离剩余法

该方法适用于所有的食物。在具体的操作过程中,需要先用沸硫酸,然后再用沸氢氧化钠破坏除纤维素外的食品成分。除去灰分以后,剩下的残渣就是纯纤维素成分。

### 2、洗涤剂洗余法

该方法也适用于所有的食物。它是先将食品样品磨碎并烘干,然后将样品与溴化十六烷三甲铵在  $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$  中煮沸回流,时间 2h。回流完毕后,过滤、烘干。所得残留物,即为酸性洗涤剂洗余的纤维素。

## 六、灰分或无机质

灰分或无机质的分析,包括灰分测定、元素分析及特定无机质分析三部分内容。

### 1、灰分

除高脂肪( $>50\%$ )食品外,一般采用燃烧称重的方法测定。

其原理为:在尽可能低的温度下把有机物质燃烧掉,冷却残留的无机质,称重即得。最后的加热燃烧一般都需要在  $550^\circ\text{C}$  的马福炉中进行。具体操作时,应避免加热太快,以及温度过高。

### 2、元素分析

食品的元素分析,包括两个步骤。第一步,样品制作;第二步,食品元素分析。

元素分析用的食品样品,大多采用湿消化方法处理。所谓的湿消化,就是用沸硫酸和硝酸这样的强氧化剂来氧化破坏有机物质。

当样品准备好后,将样品溶液喷入原子吸收仪器的火焰中,在特征波长下测量被分析元素的吸收或发射。可以分析的金属元素有钙、铜、铁、镁、锰、钾、钠、锌等。

### 3、特定无机质分析

食品中的特定无机质分析,主要是指氯化钠、铵盐和总磷分析。

氯化钠分析,一般采用硝酸银滴定法。具体方法有快速 Volhard 法和电位滴定法。

铵盐分析,一般采用比色法。它是先将铵盐加以萃取,然后在与次氯酸盐和苯酚反应之后,比色测定。

灰分中的总磷分析,也采用比色法。一般是先将正磷酸盐生成磷钼酸铵,然后用抗坏血酸加以还原而产生深蓝色,从而可以比色测定。

## 七、碳水化合物

纤维素的分析,已在上面介绍过了。所以,这里的碳水化合物,实际上是除纤维素外的其他碳水化合物的和,包括淀粉、单糖、双糖、粘质物等。一般,这些物质的含量只是通过计算得出,即:  $100 - \text{含量}(\text{水} + \text{蛋白质和氨基酸} + \text{脂质或脂肪} + \text{纤维素} + \text{灰分或无机质}) = \text{含量}(\text{碳水化合物})$ 。

当然,也可以对碳水化合物加以测定分析。如,可以用手工或自动 Clegg 蒽醌法测定总有效碳水化合物,用 Luff-Schoorl 法测定淀粉和总低分子量糖类以及酶法分析淀粉和乳糖。

碳水化合物的组分测定,大多采用高效液体色谱法。

## 八、维生素

维生素的分析,实际上是每个维生素化合物的分析,没有共同一致的方法。

维生素 A 和  $\beta$ -胡萝卜素可以用自动高效液体色谱法进行分析。这个方法对于所有的食品都是适合的。传统的手工分析方法,也常有采用。一般认为,手工法适用于脂肪和大多数的食品。手工法的具体操作过程是,首先需要皂化样品,然后用乙醚萃取未皂化部分中含有的维生素 A 和胡萝卜素,再用氧化铝柱层析法从萃取处理后的石油醚中分离出维生素 A,用氧化镁柱层析法分离出  $\beta$ -胡萝卜素,最后用分光光度法分别测定。全部操作过程,都需要注意避光。

维生素 D 的分析,采用气相色谱法。操作时,需要将维生素 D 转化为其他容易分离和检测的化合物形式。

## 第三节 营养素

### 一、定义

营养素是维持机体健康以及提供生长、发育和劳动所需的各种食品中所含有的营养成分。主要包括碳水化合物、脂质、蛋白质、无机质、维生素和水,也称为六大类基本营养素。

现在人们把纤维素也列入了营养素行列,并称之为第七大类营养素。

机体摄取、消化、吸收和利用食物中营养素的整个过程,就是营养。实际上,营养也就是人吃进食物到最终排泄出废物的全部阶段中,食物成分的变化作用和。

在营养学领域,人们将食物中各种营养素的含量及其被机体消化、吸收利用程度高低的相对指标称为营养价值。特别是在人们的饮食文化生活中,“食品的营养价值”是常被人们谈论的内容。一种食品,如果富含某一种或某几种营养素,且易被消化、吸收利用,那么这种食品就具有较高的营养价值。但是,食品的商业售价,往往与食品本身所具有的营养价值不构成直接比例关系。

### 二、营养素的功能

除水外,营养素主要是指 5 种物质,即蛋白质、脂质、碳水化合物、维生素和无机质。蛋白质、脂质、碳水化合物从分类上来讲,是化学上更为接近的化合物种类,可以认为它们是由各成系列的一组近似化合物所组成的三大类别。但是,无机质和维生素化合物在化学上则是千差万别的,只是从生理作用这一点上看,它们代表了两个不同的分类类别。

营养素的功能可以分为三点,如表 1-1 所示。

表 1-1 营养素及其功能

| 营 养 素 | 功 能     |
|-------|---------|
| 碳水化合物 | 能 源     |
| 脂 质   |         |
| 蛋 白 质 | 构 成 身 体 |
| 无 机 质 |         |
| 维 生 素 | 保 证、调 节 |

①维持身体的构成;

②补充能量;



③对机体的功能和行为给予保证和调节。

表 1-1 只是一种近似的概念性划分。有时,很难明确地指定这种关系。例如脂质虽然具有补给能量的功能,但是它与身体构成以及调节方面也有关系。所以,表 1-1 所考虑的情况只是一种简化了的模式。碳水化合物、脂质、蛋白质是补给能量的成分,所以有人称其为热量素。同样的,相对应的蛋白质、维生素、无机质三种物质又有保证素之称。其中,蛋白质是既被称作为热量素,又被称作为保证素的化合物。解析各种营养素的功能是营养学重要的中心课题。

## 第四节 有关的基本术语和概念

### 一、营养食品

营养食品是为满足消化或代谢过程不正常的人对营养的特殊需求,也可以通过控制食物或某些营养素的摄入以满足需特殊疗效的人而制作的食品。这种食品往往需要通过认真地计算和仔细地观察试验才能确定。大多数情况下,可以按照各种生理失调病人对营养的特别需要,或者是健康人对营养的额外要求来调制或组合各种营养食品。

### 二、嗜好品

嗜好品主要是指刺激分泌活动、刺激神经系统活动;尤其是刺激感官活动的物质。由于时间、个体和环境等的不同,有时会出现此时此地此人此物为嗜好品,而彼时彼地彼人彼物却不是嗜好品的问题。一般认为,嗜好品与个体的个性关系比较紧密,这也就是所谓的嗜好品“因人而异”性。

### 三、营养状况

营养状况是指与营养有关的身体状况,有个体与群体之分。一般涉及某种特殊营养素,如铁、蛋白质、维生素等。有时,也会有针对全部营养素的综合评价,即为全面营养状况。

### 四、食物中毒

食物中毒,一般认为是健康人摄食了正常数量的可食状态的“有毒食物”所引起的、以急性过程为主的疾病。它与机体个体本身有很大的关系。因此,常常会出现吃同样的食品,有人出现食物中毒,而有人却没有出现症状的现象。所以,食物中毒是一个很复杂的问题,它的结论往往会产生前后矛盾,或者可以出现多种解释。

食物成为“有毒食物”而引起食物中毒,有以下几个方面的原因:

①食物被某些致病性微生物污染并急剧繁殖,以致食物中含有大量的活菌或存在大量的毒素;

②有毒物质混入食品或物质外形与食品相似,但本身含毒,被人误食;

③贮存不当产生了毒素,或加工烹调方法不当,未除去食物本身所含有的有毒成分。

食物变态反应性疾病、非经口摄入致病或经食物感染肠道传染病和寄生虫病,以及食用非正常数量非可食状态的食物所引起的病态反应,都不属于食物中毒。

### 五、FAO/WHO、LD<sub>50</sub>、ADI

#### 1、FAO/WHO

FAO 为世界粮农组织的简写符号,全称为 Food and Agriculture Organization; WHO 则为世界卫生组织的简写符号,全称为 World Health Organization。FAO/WHO 即代表世