



“十四五”普通高等教育本科部委级规划教材



配套教学课件

食品营养与卫生

Shipin Yingyang Yu Weisheng

王淑梅 张莉丽 孟利☆主编



中国纺织出版社有限公司

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

食品营养与卫生 / 王淑梅, 张莉丽, 孟利主编. —

北京: 中国纺织出版社有限公司, 2023.8

“十四五”普通高等教育本科部委级规划教材

ISBN 978-7-5229-0703-1

I. ①食… II. ①王… ②张… ③孟… III. ①食品营
养—高等学校—教材 ②食品卫生—高等学校—教材 IV.
① R15

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 119084 号

责任编辑: 范红梅 责任校对: 高 涵 责任印制: 王艳丽

中国纺织出版社有限公司出版发行

地址: 北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码: 100124

销售电话: 010-67004422 传真: 010-87155801

<http://www.c-textilep.com>

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博 <http://weibo.com/2119887771>

三河市宏盛印务有限公司印刷 各地新华书店经销

2023 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 710×1000 1/16 印张: 22

字数: 365 千字 定价: 45.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社图书营销中心调换

食品是人类生存不可或缺的重要物质，是人体新陈代谢及进行生命活动的能量来源，并且提供身体日常所需的营养物质。我国食品营养学历史悠久，早在《黄帝内经·素问》中就有对膳食营养搭配的描述，如“五谷为养、五果为助、五畜为益、五菜为充”，并逐渐形成具有我国特色的食品营养饮食观。我国传承下来的食品营养学与西方现代营养学相比，有着几千年的朴素的养生理念，这使得我国食品营养学正逐步被现代营养学所认可并接受。

近年来，食品营养学在诸多方面有了新的进展，如对膳食纤维的营养及生理功能的研究，对营养与膳食平衡、营养与疾病关系的研究等。2022年4月26日，中国营养学会在尊重我国居民饮食习惯和文化的基础上，根据国内外营养学的最新研究制订了《中国居民膳食指南（2022）》，标志着我国食品营养学向前迈进了一大步。为了紧跟学科发展的脚步，满足人们对食品营养知识的需求，食品工作者应担负起“健康中国，营养先行”的光荣使命，因此，本书的编写十分必要。

本教材根据我国高等院校食品专业的教学特点，结合目前食品营养学的发展情况而编写，为“十四五”普通高等教育本科部委级规划教材。全书共分十二章，包括食物的消化与吸收、能量、碳水化合物、蛋白质、脂类、维生素、矿物质、水、食品的营养价值、营养与膳食平衡、营养与疾病、食品的污染。其中第一章、第六章、第七章、第十二章由哈尔滨学院王淑梅编写，第二章、第三章、第四章、第五章由东北农业大学张莉丽编写，第八章、第九章、第十章、第十一章由黑龙江大学孟利编写。每个章节都详细介绍了相关的专业知识，并附上相应的图表，便于读者更好地理解 and 掌握所学内容，以期达到用知识指导生活，用专业服务大众的发展目标。

本教材在保证实用性、科学性和先进性的前提下，注重学科与时俱进、不断变革的特点，全面地展现了食品营养与卫生的专业理论。在内容丰富、条理清晰、特色突出的前提下，反映了我国食品营养学的科学发展理念。本书对食品营养与

卫生的专业知识进行了全面而系统的总结，既可作为高等院校、高等职业院校食品及相关专业的参考教材，也可作为食品科研机构、食品生产企业以及有营养知识需求人员的参考书目。通过对本书的学习，读者可具备营养自助的本领，做自身健康的第一责任人，做他人健康的互助者。国人健康，国家才能健康。编者诚挚地邀请广大读者阅读本书，并根据书中提供的相关知识和实用建议制订合理的膳食计划，提高饮食质量。在编写过程中，本书参考了国内外许多学者的著作和文章，在此表示衷心的感谢。由于编写人员的水平和经验有限，收集和组织材料有限，编写过程难免有疏漏之处，敬请同行专家和广大读者批评、指正。

编者

2023年3月

《食品营养与卫生》教学内容及课时安排 (共计 48 课时)

章 / 课时	节	课程内容
第一章 消化与吸收 (2 课时)	一	消化系统概述
	二	营养物质的消化
	三	营养物质的吸收
第二章 能 量 (2 课时)	一	能量与能量单位
	二	能值及其测定方法
	三	影响人体能量需要的因素
	四	能量在食品加工中的变化
	五	能量的摄入及能量的食物来源
第三章 碳水化合物 (6 课时)	一	碳水化合物概述
	二	食物中的碳水化合物
	三	膳食纤维
	四	碳水化合物在食品加工过程中的变化
	五	碳水化合物的摄入及食物来源
第四章 蛋白质 (6 课时)	一	蛋白质概述
	二	蛋白质的需要量
	三	氨基酸
	四	蛋白质的营养评价
	五	蛋白质在食品加工过程中的变化
	六	蛋白质的摄入及食物来源
	七	小肽、多肽及氨基酸
第五章 脂 类 (6 课时)	一	脂类概述
	二	脂类的组成
	三	脂类在食品加工过程中的方法及变化
	四	脂类的摄入及食物来源
第六章 维生素 (4 课时)	一	维生素概述
	二	水溶性维生素
	三	脂溶性维生素
	四	维生素在食品加工过程中的变化
第七章 矿物质 (4 课时)	一	矿物质概述
	二	食品中重要的矿物质
	三	矿物质在食品加工过程中的变化

章 / 课时	节	课程内容
第八章 水 (4 课时)	一	水概述
	二	水的安全及饮用水标准
	三	食品加工用水的处理
	四	水的摄入及来源
第九章 食品的营养价值 (4 课时)	一	肉类食品
	二	蛋类食品
	三	乳制品
	四	谷物类
	五	豆制品
	六	蔬菜水果
	七	水产品、海产品
	八	调味品
第十章 营养与膳食平衡 (2 课时)	一	营养素参考摄入量
	二	膳食指南
	三	膳食平衡宝塔
第十一章 营养与疾病 (4 课时)	一	营养与肿瘤
	二	营养与心脑血管疾病
	三	营养与糖尿病
	四	营养与肥胖
	五	营养与痛风
	六	营养与骨质疏松
	七	营养与亚健康
第十二章 食品的污染 (4 课时)	一	食品污染概述
	二	食品的生物性污染
	三	食品的化学性污染
	四	食品的物理性污染
	五	食品的物理性污染

第一章 消化与吸收	1
第一节 消化系统概述.....	2
第二节 营养物质的消化.....	7
第三节 营养物质的吸收.....	11
第二章 能 量	15
第一节 能量与能量单位.....	16
第二节 能值及其测定方法.....	16
第三节 影响人体能量需要的因素.....	22
第四节 能量在食品加工中的变化.....	28
第五节 能量的摄入及能量的食物来源.....	29
第三章 碳水化合物	37
第一节 碳水化合物概述.....	38
第二节 食物中的碳水化合物.....	40
第三节 膳食纤维.....	54
第四节 碳水化合物在食品加工过程中的变化.....	57
第五节 碳水化合物的摄入及食物来源.....	60
第四章 蛋白质	65
第一节 蛋白质概述.....	66
第二节 蛋白质的需要量.....	68
第三节 氨基酸.....	70
第四节 蛋白质的营养评价.....	73
第五节 蛋白质在食品加工过程中的变化.....	76
第六节 蛋白质的摄入及食物来源.....	79
第七节 小肽、多肽及氨基酸.....	81
第五章 脂 类	85
第一节 脂类概述.....	86
第二节 脂类的组成.....	88
第三节 脂类在食品加工过程中的方法及变化.....	99
第四节 脂类的摄入及食物来源.....	107

第六章 维生素	111
第一节 维生素概述.....	112
第二节 水溶性维生素.....	114
第三节 脂溶性维生素.....	132
第四节 维生素在食品加工过程中的变化.....	140
第七章 矿物质	147
第一节 矿物质概述.....	148
第二节 食品中重要的矿物质.....	150
第三节 矿物质在食品加工过程中的变化.....	183
第八章 水	187
第一节 水概述.....	188
第二节 水的安全及饮用水标准.....	190
第三节 食品加工用水的处理.....	193
第四节 水的摄入及来源.....	197
第九章 食品的营养价值	201
第一节 肉类食品.....	202
第二节 蛋类食品.....	205
第三节 乳制品.....	207
第四节 谷物类.....	210
第五节 豆制品.....	213
第六节 蔬菜水果.....	217
第七节 水产品、海产品.....	221
第八节 调味品.....	223
第十章 营养与膳食平衡	227
第一节 营养素参考摄入量.....	228
第二节 膳食指南.....	231
第三节 膳食平衡宝塔.....	233
第十一章 营养与疾病	237
第一节 营养与肿瘤.....	238
第二节 营养与心脑血管疾病.....	242
第三节 营养与糖尿病.....	246
第四节 营养与肥胖.....	252
第五节 营养与痛风.....	256
第六节 营养与骨质疏松.....	259
第七节 营养与亚健康.....	264

第十二章 食品的污染	273
第一节 食品污染概述.....	274
第二节 食品的生物性污染.....	276
第三节 食品的化学性污染.....	295
第四节 食品的物理性污染.....	316
参考文献	319
附 录	331

食物营养成分（蛋白质、脂类、碳水化合物、矿物质、维生素和水）中，矿物质、维生素和水可以被人体消化系统直接吸收利用，但是大分子物质（如蛋白质、脂类、碳水化合物等）需要在体内代谢分解成小分子物质，如氨基酸、脂肪酸、单糖、甘油等才能被消化系统吸收。这类小分子物质可通过消化道黏膜吸收而进入血液，通过血液循环被运送至身体各器官，发挥其营养功能。

第一节 消化系统概述

一、消化系统的概念及组成

食物在消化道内的分解过程称为消化。消化分物理性消化（机械性消化）和化学性消化。依靠消化道的蠕动将大块食物磨碎的过程为物理性消化。物理性消化包括牙齿的咀嚼、舌的搅拌，以及胃、肠道的蠕动等。依靠消化液及消化道酶的作用，将食物中大分子物质分解成可以被消化道黏膜吸收的小分子物质（氨基酸、脂肪酸或单糖等）的过程，称为化学性消化。食物被消化后，通过消化道黏膜进入血液循环的过程叫作食物的吸收。不能被人体消化系统消化吸收的成分，最终在大肠内以粪便的形式排出体外。

食物的消化和吸收是在消化系统各组织器官的共同作用下完成的。当食物中富含高碳水化合物、高蛋白、高脂肪等营养成分，这些成分超出人体消化系统的代谢能力时，可能会造成消化不良等情况。

二、消化道

消化系统（digestive system）由消化道和消化腺两大部分组成，如图 1-1 所示。消化道由口腔开始，是包括咽、食管、胃、小肠（十二指肠、空肠和回肠）、大肠（盲肠、阑尾、结肠和直肠等）和肛门的一条管道。消化道既是食物的通道，又是食物消化及吸收的场所。

人体消化道的咽、食管上部和肛门由骨骼肌构成，其余消化道为平滑肌。消化道具有一定的伸展性，可进行节律性蠕动，对各种刺激较为敏感，有一定的紧张性，兴奋性低，收缩较缓慢。消化道全长约 9m。其中口腔到咽部约长 0.2m，食管 0.3 ~ 0.4m，胃 0.2 ~ 0.3m，小肠 5 ~ 7m，大肠 1.5m。小肠顶部与胃相连，底部与大肠相连，是消化道中最长的部分。

一般把人体从口腔到十二指肠之间的这段消化道称为上消化道，把空肠到肛门这部分消化道称为下消化道，如图 1-2 所示。



图 1-1 消化系统的组成

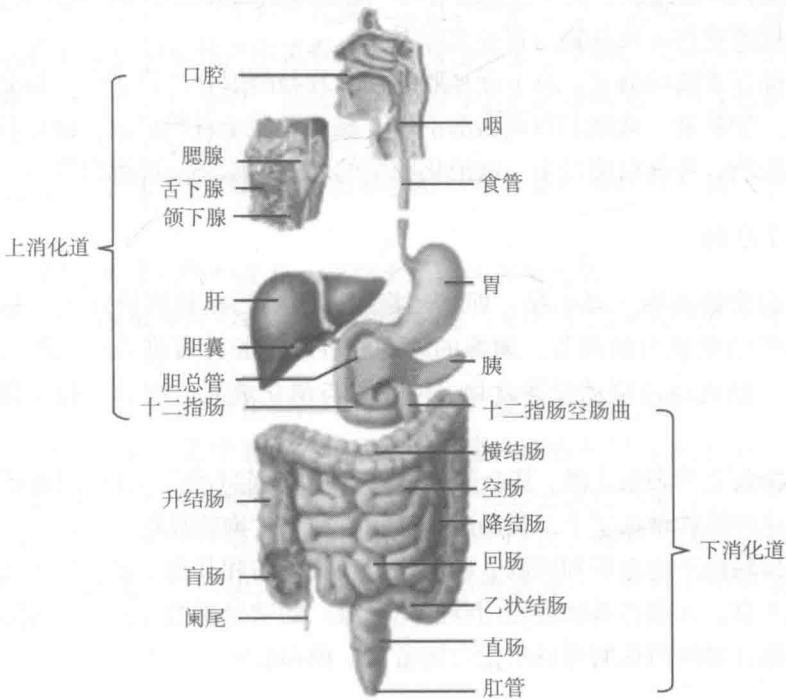


图 1-2 人体消化系统的结构

(一) 口腔、食管

口腔是消化道和呼吸系统的入口，其内覆盖有黏膜层，位于两颊、舌下和颌下的唾液腺的腺管都开口于此。舌位于口腔底部，其功能是感觉食物的味道和搅拌食物。口腔后下是咽部。

食物经前方的牙齿——切牙切断、中间的牙齿——尖牙撕裂和后面的牙

齿——磨牙嚼碎，成为易于消化的小颗粒。唾液腺分泌的唾液带有消化酶，覆盖于这些颗粒表面，并开始消化。在未进食时，唾液的流动可洗掉那些能引起牙齿腐蚀和其他疾病的细菌。唾液还含有一些抗体和酶，如溶菌酶，可分解蛋白质，直接杀灭细菌。吞咽由主动开始，并自动持续下去。吞咽时，一小片肌肉（会厌）关闭，以防止食物经气道（气管）进入肺脏，口腔顶的后部分（软腭）升高以防止食物进入鼻腔。

食管是一个内覆有黏膜层的薄壁肌肉管道，连接着咽部和胃。食物在食管的推进不是靠重力，而是靠肌肉有节律地收缩和松弛，称为蠕动。

（二）胃

胃是一个大的蚕豆形肌性空腔脏器，包括贲门、胃体和胃窦。食物通过能关闭的环状肌肉（括约肌）从食管进入胃内。此括约肌能防止胃内容物反流到食管。通过蠕动搅磨食物，使食物与胃液充分混合。

胃是储存食物的器官，有节律地收缩使食物与酶混合。胃表面的细胞能分泌重要物质，如黏液、盐酸和胃蛋白酶前体。黏液覆盖于胃的表面，保护其免受盐酸和酶的损伤。胃蛋白酶是唯一能消化胶原的酶，胶原是一种蛋白质。

（三）小肠

胃运送食物到第一段小肠，即十二指肠。经幽门括约肌进入十二指肠的食物量受小肠消化能力的调节。胰腺的胰酶和肝脏的胆汁可进入十二指肠，发挥消化作用。肠道通过蠕动搅拌食物，使食物与消化液充分混合，利于食物消化和吸收。

十二指肠上段表面光滑，其余部分有皱褶、小突起（绒毛）和更小的突起（微绒毛）。这种结构增加了十二指肠的表面积，利于食物的吸收。

十二指肠以下为空肠和回肠，前者主要负责脂肪和其他营养物质的吸收。小肠壁血供丰富，运载营养物质经门静脉达肝脏。肠壁分泌的黏液可润滑肠道及内容物，肠腺分泌的消化酶可以消化食物蛋白、糖和脂肪。

（四）胰腺

胰腺分为分泌消化酶的胰腺腺泡和分泌激素的胰岛。消化酶进入十二指肠，而激素进入血液。胰腺腺泡分泌消化酶，汇集到胰管，再汇入胆总管，与胆汁胆总管汇合，再一同流入十二指肠。胰腺分泌的酶能消化蛋白质、碳水化合物和脂肪。分解蛋白质的酶最初为无活性的酶原，当到达肠腔后被激活为有活性的酶。胰腺还分泌大量的碳酸氢盐，中和从胃中来的盐酸，保护十二指肠。

(五) 肝脏

当食物的营养成分吸收入肠壁,小肠壁有大量的微小血管(毛细血管)供血。这些毛细血管汇入小静脉、大静脉,最后经门静脉进入肝脏。在肝脏内,门静脉细小的血管流入的血液在此进行处理。

肝脏一方面可清除从肠道吸收来的细菌和其他异物,另一方面可进一步分解从肠道吸收来的营养物质,使其成为身体可利用的形式。肝脏产生的胆固醇约占人体总胆固醇的一半,另一半来自食物。肝脏也分泌胆汁,储存于胆囊中,供消化时利用。胆汁无法起到消化作用,但可以促进脂肪乳化,利于脂肪的消化和吸收。

(六) 胆

胆汁流出肝脏后,经左右肝管流入二者合并而成的肝总管。肝总管与来自胆囊的胆囊管汇合成胆总管。未进餐时,胆盐在胆囊中浓缩,仅有少量胆汁来自肝脏。当食物进入十二指肠时,通过一系列信号引起胆囊收缩,胆汁则被排入十二指肠,并与食物混合。胆汁具有以下作用:

- (1) 胆盐增加了胆固醇、脂肪和脂溶性维生素的溶解性,利于这些物质的吸收。
- (2) 胆盐刺激大肠分泌水,有助于肠道内容物的流动。
- (3) 红细胞被破坏后的代谢废物胆红素(胆汁中的主要色素)在胆汁中被排出。
- (4) 药物和其他废物在胆汁中排出,随后被排出体外。
- (5) 在胆汁的功能中起重要作用的各种蛋白质也分泌入胆汁。

胆盐被重吸收进入小肠壁,被肝脏摄取,再被分泌进入胆汁。这种胆汁的循环称为肠肝循环。体内所有胆盐每天循环10~12次,在每一次经过肠道时,少量的胆盐会进入结肠,并由细菌将其分解为各种成分。一些成分被再吸收,其余随粪便排出体外。

(七) 大肠

大肠由升结肠(右侧)、横结肠、降结肠(左侧)和乙状结肠组成,后者连接直肠。阑尾是一个较小的手指状小管,突出于升结肠靠近大肠与小肠连接的部位。大肠也分泌黏液,主要负责粪便中水分和电解质的吸收。肠内容物到达大肠时是液体状,但当它们作为粪便到达直肠时通常是固体状。存在于大肠中的细菌能进一步消化肠内容物,助于营养物质的吸收。一些疾病或抗生素能破坏大肠中菌群的平衡,诱发炎症,导致黏液和水分泌的增加,从而引起腹泻。

（八）直肠、肛门

直肠是紧接乙状结肠下面的管腔。由于粪便储存于降结肠内，故直肠腔是空的。当降结肠装满后，粪便就会排入直肠，引起便意。肛门是消化道远端的开口，废物就由此排出体外。肛门部分由肠道延续而成，部分则由体表所组成，包括皮肤。肛门内部是肠黏膜的延续。肛门的环状肌肉（肛门括约肌）使肛门保持关闭。

三、消化腺

消化系统除了消化道（口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠等）外，还包括位于消化道外的一些器官，如胰腺、肝脏和胆囊，这些器官可分泌一定量的消化液。消化液由水、无机盐和少量有机物等组成，其中最重要的成分是具有蛋白质性质的消化酶，这些消化液作用于食物的消化，因此，消化腺是分泌消化液的器官。一般将人体的消化腺划分为唾液腺、胃腺、肝脏、胰腺和肠腺，如图 1-3 所示。

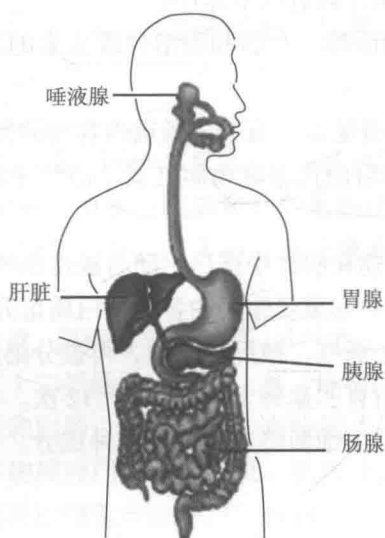


图 1-3 人体的消化腺

（一）唾液

当口腔摄入食物后，唾液腺便可分泌大量唾液。唾液 pH 6.6 ~ 7.1，水分占绝大部分，唾液中含有有机物和无机盐，还有少量唾液淀粉酶。存在于唾液中的唾液淀粉酶可分解食物中的多糖，如将淀粉初步代谢分解成麦芽糖，因此，当咀嚼馒头时会感觉有点甜的味道。

(二) 胃液

随着食物从口腔进入胃中，通过刺激可使胃腺分泌胃液。胃液由胃酸、胃蛋白酶和黏液等组成，胃液 pH 0.9 ~ 1.5。胃液中的胃酸由胃壁细胞分泌，参与胃内食物的消化，其主要作用是：

- (1) 激活胃蛋白酶原，提供胃蛋白酶适宜环境。
- (2) 使蛋白质变性，利于蛋白质的水解。
- (3) 促进胰液、胆汁和小肠液的分泌。
- (4) 有助于小肠对铁和钙的吸收。
- (5) 抑制和杀死细菌，软化纤维素。

胃液可将食物中蛋白质初步分解成多肽，再进一步进行消化。

(三) 胆汁

肝脏可分泌胆汁，将胆汁储存于胆囊中。胆汁由胆盐、胆色素、磷脂、胆固醇等组成，pH 7.4 左右。一般认为胆汁中不含消化酶。胆汁可将大分子脂肪初步分解成小分子脂肪，这一过程也被称为乳化作用。

(四) 胰液

胰腺分泌胰液。胰液是无色无味的碱性液体，主成分为碳酸氢钠和各种消化酶，如胰蛋白水解酶原、胰脂肪酶、胰淀粉水解酶等，以及作为缓冲剂的阳离子、阴离子。胰液可分解碳水化合物、脂肪和蛋白质。

(五) 小肠液

肠腺分泌肠液。小肠液呈弱碱性，含有多种黏蛋白、肠激酶和多种消化酶等。在肠液的作用下，麦芽糖可被分解成葡萄糖，多肽可被分解成各种氨基酸，脂肪被分解成甘油和脂肪酸。小肠液的主要作用有：

- (1) 中和胃酸，保护十二指肠黏膜。
- (2) 稀释肠腔内容物，利于吸收。
- (3) 肠激酶激活胰蛋白酶原。
- (4) 肠淀粉酶能水解淀粉为麦芽糖。
- (5) 多种消化酶进一步消化水解食糜。

第二节 营养物质的消化

食品中的营养物质，如水、水溶性维生素及矿物质等物质，在小肠内可不经

消化而被直接吸收。而大分子物质，如蛋白质、脂类和碳水化合物，将在消化道内被消化成氨基酸、甘油、脂肪酸和单糖，从而被消化道壁吸收入血。

食物中的蛋白质首先经过胃液中的胃蛋白酶作用，再经小肠蛋白酶、小肠肽酶、胰蛋白酶、胰肽酶消化，最终变成肽或氨基酸，由小肠毛细血管吸收。

脂肪进入小肠后，由来自肝脏分泌的胆汁将其乳化，在小肠脂肪酶、胰脂肪酶的作用下消化成脂肪酸和甘油，经过小肠中的淋巴管吸收。

淀粉经过口腔淀粉酶部分消化成麦芽糖。淀粉和麦芽糖通过胃进入小肠，经小肠淀粉酶、胰淀粉酶消化成葡萄糖，经小肠毛细血管吸收。

一、碳水化合物的消化

食品中的碳水化合物一般为淀粉和蔗糖等，可在消化道内被消化。膳食中碳水化合物的主要来源是淀粉（其次是蔗糖及乳糖），因此，碳水化合物的消化也可认为是淀粉和寡糖（双糖蔗糖等）分解为消化道可以吸收的单糖形式的过程。

（一）寡糖的消化

以双糖蔗糖为主的寡糖成分，主要在小肠部位发生分解。当寡糖成分接触到肠黏膜时，消化酶将其分解成可被吸收的单糖。分解双糖的酶主要有蔗糖酶、麦芽糖酶和乳糖酶等。

（二）淀粉的消化

淀粉的消化是在一系列酶的作用下，最终生成葡萄糖分子而被消化道黏膜吸收入血。食物从口腔咀嚼开始，唾液与食物相结合，唾液中的 α -淀粉酶作用于淀粉，将淀粉分解为糊精和麦芽糖。食物从进入口腔到进入胃中，有50%~60%的淀粉已经发生了分解，其主要生成物为糊精和麦芽糖。

当食糜进入小肠后，在胰液和小肠液酶的作用下，淀粉继续在 α -淀粉酶作用下进行分解反应。淀粉和糊精在胰淀粉酶作用下生成麦芽糖，麦芽糖在麦芽糖酶的作用下生成葡萄糖，如图1-4所示。

食品中碳水化合物在小肠上部几乎全部转化成单糖。但有一部分抗性淀粉没被消化，膳食纤维不能被消化吸收，大豆及大豆制品中的棉籽糖、水苏糖等不能被消化吸收。

二、蛋白质的消化

蛋白质的消化过程起始于胃部。胃部主要的蛋白质水解酶是胃蛋白酶。这种酶的专一性比较低，但是具有优先作用于芳香族氨基酸、甲硫氨酸和亮氨酸等残基组成的肽键的特点。经过胃蛋白酶作用后的产物，主要是肽类以及少部分氨基