

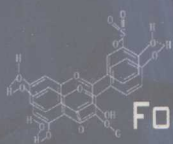
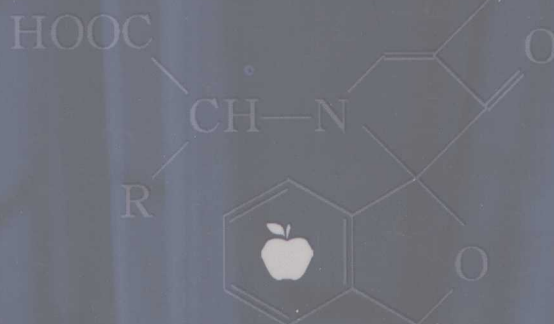
FOOD CHEMISTRY
FOOD CHEMISTRY
FOOD CHEMISTRY

食品化學

主編◎闞建全

總校◎駱錫能

編修◎盧義發 · 邱思魁 · 陳振芳 · 吳柏青



FOOD CHEMISTRY

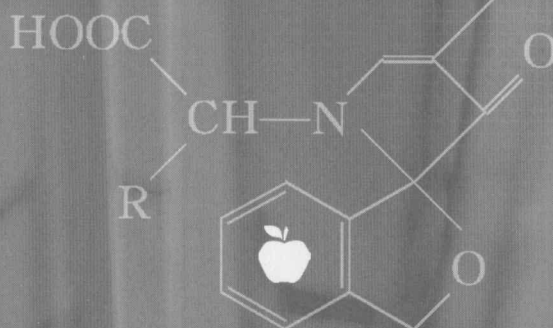
FOOD CHEMISTRY
FOOD CHEMISTRY
FOOD CHEMISTRY

食品化學

主編◎闕建全

總校◎駱錫能

編修◎盧義發 · 邱思魁 · 陳振芳 · 吳柏青



本書由中國農業大學出版社授權出版

預行編目資料

食品化學／闕建全 主編 - 初版 -
臺北縣中和市：新文京開發，2006
面：公分

ISBN 986-150-215-7 (平裝)

1. 食品科學 2. 食品加工

463

94011669

本書由中國農業大學出版社授權，新文京開發出版股份有限公司台灣獨家繁體中文出版、發行。本書所有內容，未經本公司事前書面授權，不得以任何方式（包括儲存於資料庫或任何存取系統內）作全部或局部之翻印、仿製或轉載。

食品化學

(書號：B201)

主 編 闕建全
副主編 龐杰 劉欣 何慧 趙新淮
繁體總校 駱錫能
編 修 盧義發 邱思魁 陳振芳 吳柏青
出版者 新文京開發出版股份有限公司
地 址 台北縣中和市中山路二段 362 號 8 樓 (9 樓)
電 話 (02) 2244-8188 (代表號)
F A X (02) 2244-8189
郵 撥 1958730-2
初 版 西元 2006 年 3 月 30 日

有著作權 不准翻印

建議售價：590 元整

法律顧問：蕭雄淋律師

ISBN 986-150-215-7

原編著者簡介

主 編

闕建全（西南農業大學）

副主編

龐 杰（福建農業大學）

劉 欣（華南農業大學）

何 慧（華中農業大學）

趙新淮（東北農業大學）

參 編

劉鄰渭（西北農林科技大學）

王義華（江西農業大學）

李春美（華中農業大學）

胡 敏（華中農業大學）

呂 峰（福建農林大學）

主 審

謝筆鈞（華中農業大學）

食品化學是食品科學與工程專業的專業基礎課程之一。食品化學是從化學角度和分子水平上研究食品的化學組成、結構、理化性質、營養和安全性質以及它們在生產、加工、貯藏和運銷過程中發生的變化和這些變化對食品品質和安全性影響的一門基礎應用科學。

本書重點在介紹食品化學的基礎理論及其相關的實用知識，主要內容包括食品 6 大營養成分和食品色香味成分的結構、性質、在食品加工和貯藏中的變化及其對食品品質和安全性的影響、和食品添加劑在食品工業中的應用、食品中的有害物質、常食用的肌肉與植物組織等。同時書中還針對近年來食品化學中的熱門問題作了詳細的介紹與探討。

食品化學是多學科互相滲透的一門新興學科，食品、化學、生物學、農業、醫藥和材料科學都在不斷地向食品化學輸入新鮮血液，也都在應用食品化學的研究成果。食品化學是食品科學與工程各個學科中發展很快的一個領域，在此領域，新的研究方法和成果不斷湧現，本書編寫過程中參考了許多國外食品化學的最新專著和文獻，充分反映這方面的最新研究成果。

本書共分為 14 章，其中 1 至 11 章由闕建全統稿，華中農業大學謝筆鈞教授主審。其中西南農業大學闕建全、華中農業大學胡敏共同編寫第 1 章論，闕建全並編寫了第 5 章；華南農業大學劉欣編寫第 2 章；福建農林大學龐杰、峰共同編寫第 3 章，龐杰編寫第 9 章、第 10 章；華中農業大學何慧編寫第 4 章；東北農業大學趙新淮編寫第 6 章；江西農業大學王義華編寫第 7 章；西北農林科技大學劉鄰渭編寫第 8 章；華中農業大學李春美編寫第 11 章。文京出版機構引進繁體版權後，敦聘宜蘭大學食品科學系駱錫能、輔仁大學食品營養學系盧義發及台灣海洋大學食品科學系邱思魁等三位教授針對兩岸專業術語、相關法令、常用數據等加以編修。此外，盧義發教授還增補了第 13 章，並敦請中華醫事學院陳振芳、宜蘭大學吳柏青兩位教授分別編寫第 12 章、第 14 章；最後由駱錫能教授統整編修及增補內容，使本書成為適合台灣課程需求的繁體版教科書。

Food Chemistry

本書結合了眾多食品化學專業教授們的心血與智慧，內容完整，結構新穎，文字簡潔精鍊，編排深入淺出，各章章前有教學目的和要求，章後有課後複習和參考文獻，有助於學生理解和掌握該章的重點和難點，是一部適合教學且易於閱讀吸收的教材。不僅可作大專院校食品科學與工程相關科系的基礎教材，亦可提供農產品生產與加工的實務及研發、管理人員參考。

本書在編排校對時固已力求審慎，恐怕仍有疏漏之處，尚祈各界先進及讀者不吝指導斧正，以使本書能更臻完善。

編輯部 謹識

Food Chemistry

編修者簡介

總 校

駱錫能（第 1~4 章編修及全書統整）

學歷：德國漢堡大學食品化學博士

現任：國立宜蘭大學食品科學系教授兼系主任

經歷：國立宜蘭大學食品科學系副教授

國立宜蘭技術學院食品科學系副教授兼技術合作組組長

國立宜蘭農工專科學校食品加工科副教授兼實習組組長

德國漢堡邦食品化學與化學檢驗局研究

經濟部商品檢驗局高級技術員

編 修

盧義發（第 5~8 章編修及第 13 章編著）

學歷：日本九州大學農學博士

現任：輔仁大學食品營養學系教授

經歷：輔仁大學食品營養學系副教授

行政院衛生署藥物食品檢驗局技士、技正

邱思魁（第 9~11 章編修）

學歷：日本東京大學農學博士

現任：國立台灣海洋大學食品科學系教授

經歷：國立台灣海洋大學食品科學系講師、副教授

陳振芳（第 12 章編著）

學歷：美國愛荷華州立大學食品科學暨營養學研究所博士

現任：中華醫事學院食品營養系副教授

經歷：中華醫事學院食品營養系副教授兼系主任

美國愛荷華州立大學食品科學暨營養學研究所助教

味王食品公司研發部副理

吳柏青（第 14 章編著）

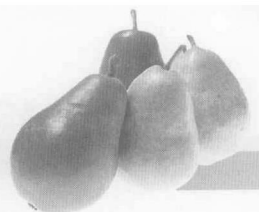
學歷：美國麻州大學食品工程博士

現任：國立宜蘭大學生物機電工程系教授兼研發長

經歷：國立宜蘭大學副教授、教授及農業推廣委員會總幹事、學務長

美國伊利諾大學農業工程學系副研究員

Contents 目錄



第 1 章 緒 論

- 1.1 食品化學的概念與發展簡史 2
 - 1.1.1 食品化學的概念 2
 - 1.1.2 食品化學的發展簡史 3
- 1.2 食品化學研究的內容和範疇 4
- 1.3 食品中主要的化學變化 5
- 1.4 食品化學的研究方法 8
- 1.5 食品化學在食品工業發展中的作用 9
- 課後複習 12
- 參考文獻 12

第 2 章 水 分

- 2.1 概 述 14
 - 2.1.1 水在食品中的作用 14
 - 2.1.2 水和冰的物理特性 14
- 2.2 水和冰的結構和性質 16
 - 2.2.1 水分子的結構 16
 - 2.2.2 水分子的締合作用 17
 - 2.2.3 冰的結構和性質 18
- 2.3 食品中水的存在狀態 20
 - 2.3.1 水與溶質的交互作用 20
 - 2.3.2 水的存在狀態 24
- 2.4 水活性 26
 - 2.4.1 水活性的定義與測定方法 27
 - 2.4.2 水活性與溫度的關係 28

- 2.5 等溫吸濕曲線 30
 - 2.5.1 定義和區域 30
 - 2.5.2 遲滯現象 33
- 2.6 水活性與食品的安定性 34
 - 2.6.1 水活性與微生物生長的關係 35
 - 2.6.2 水活性與食品化學變化的關係 37
- 2.7 冰在食品安定性中的作用 40
- 2.8 含水食品的水分轉移 42
 - 2.8.1 水分的位轉移 42
 - 2.8.2 水分的相轉移 42
- 2.9 分子流動性對食品安定性的影響 46
 - 2.9.1 幾個專門術語的概念 46
 - 2.9.2 狀態圖 47
 - 2.9.3 M_m 與食品安定性的關係 47

課後複習 51

參考文獻 51

第 3 章 碳水化合物

- 3.1 概 述 54
- 3.2 單 醣 55
 - 3.2.1 單醣的結構 55
 - 3.2.2 單醣的物理性質 55
 - 3.2.3 單醣的化學反應 58

3.3 寡 醣 70

- 3.3.1 結構和命名 70
- 3.3.2 食品中寡醣的性質 72
- 3.3.3 食品中重要的寡醣 74

3.4 多 醣 80

- 3.4.1 多醣的性質 80
- 3.4.2 澱 粉 86
- 3.4.3 果 膠 93
- 3.4.4 纖維素和半纖維素 96
- 3.4.5 海洋多醣 100
- 3.4.6 植物多醣 105
- 3.4.7 微生物多醣 108

課後複習 112

參考文獻 112



第 4 章 脂 質

4.1 概 述 114

- 4.1.1 脂質的定義和作用 114
- 4.1.2 分 類 114

4.2 油脂的結構和組成 115

- 4.2.1 脂肪酸的結構和命名 115
- 4.2.2 油脂的結構和命名 117

4.3 油脂的物理性質 119

- 4.3.1 氣味和色澤 119
- 4.3.2 熔點和沸點 119
- 4.3.3 煙點、閃點和著火點 120
- 4.3.4 結晶特性 120
- 4.3.5 熔融特性 124
- 4.3.6 油脂的液晶態 126
- 4.3.7 油脂的乳化和乳化劑 126

4.4 油脂在食品加工和貯藏中的氧化反應 130

- 4.4.1 自動氧化 130
- 4.4.2 光敏氧化 134
- 4.4.3 酵素性氧化 135
- 4.4.4 氫過氧化物的分解和聚合 136
- 4.4.5 影響油脂氧化速率的因素 137
- 4.4.6 過氧化脂質的危害 139
- 4.4.7 抗氧化劑 141

4.5 油脂在加工和貯藏中的其他化學變化 148

- 4.5.1 油脂水解 148
- 4.5.2 油脂在高溫下的化學反應 149
- 4.5.3 輻射照射 151

4.6 油脂的品質 152

- 4.6.1 脂質氧化的評估方法 152
- 4.6.2 油脂品質的其他評估方法 155

4.7 油脂加工化學 155

- 4.7.1 油脂的精煉 155
- 4.7.2 油脂的修飾 157

4.8 複合脂質和衍生脂質 162

- 4.8.1 卵磷脂 162
- 4.8.2 膽固醇 164

4.9 脂肪替代物 165

- 4.9.1 脂肪替代品 165
- 4.9.2 脂肪模擬品 165

課後複習 167

參考文獻 167



第 5 章 胺基酸、胜肽和蛋白質

- 5.1 概 述 170**
 - 5.1.1 蛋白質的化學組成 170
 - 5.1.2 蛋白質的分類 170
- 5.2 胺基酸的物理化學性質 173**
 - 5.2.1 胺基酸的一般性質 173
 - 5.2.2 胺基酸的化學反應 177
- 5.3 胜 肽 179**
 - 5.3.1 胜肽的物理化學性質 179
 - 5.3.2 活性胜肽 181
- 5.4 蛋白質的結構 183**
 - 5.4.1 蛋白質的分子結構 183
 - 5.4.2 穩定蛋白質構造的作用力和鍵結 186
- 5.5 蛋白質的變性 187**
 - 5.5.1 蛋白質變性的概念和監測方法 187
 - 5.5.2 變性作用的熱力學 187
 - 5.5.3 影響蛋白質變性的物理因素 190
 - 5.5.4 影響蛋白質變性的化學因素 193
- 5.6 蛋白質的功能性質 195**
 - 5.6.1 蛋白質的水合性質 196
 - 5.6.2 蛋白質的溶解度 199
 - 5.6.3 蛋白質溶液的黏度 201
 - 5.6.4 蛋白質的凝膠作用 202
 - 5.6.5 蛋白質的組織化 204
 - 5.6.6 麵糰的形成 205
 - 5.6.7 蛋白質的乳化性質 207
 - 5.6.8 蛋白質的起泡性質 209

- 5.6.9 蛋白質和風味物質的結合 214

- 5.6.10 蛋白質的修飾 215

5.7 蛋白質在食品加工和貯藏中的物理、化學和營養變化 219

- 5.7.1 熱處理的變化 219
- 5.7.2 低溫處理下的變化 222
- 5.7.3 鹼處理下的變化 223
- 5.7.4 氧化處理下的變化 224
- 5.7.5 脫水處理下的變化 226
- 5.7.6 輻射照射處理下的變化 226
- 5.7.7 機械處理下的變化 227

5.8 食品中常見的蛋白質 228

- 5.8.1 肉類蛋白質 228
- 5.8.2 牛乳蛋白質 230
- 5.8.3 雞蛋蛋白質 231
- 5.8.4 魚肉蛋白質 233
- 5.8.5 大豆蛋白質 233

課後複習 236

參考文獻 236



第 6 章 維生素和礦物質

6.1 維生素 240

- 6.1.1 概 論 240
- 6.1.2 脂溶性維生素 242
- 6.1.3 水溶性維生素 248

6.2 礦物質 264

- 6.2.1 概 論 264
- 6.2.2 有關食品中礦物質吸收利用的一些基本性質 266
- 6.2.3 常見的礦物質 267

6.3 維生素和礦物質在食品加工和貯藏中的變化 268

Contents

6.3.1 維生素在食品加工中的變化
269

6.3.2 礦物質在食品加工中的變化
273

課後複習 276

參考文獻 276

第7章 酶(酵素)

7.1 概 述 278

7.1.1 酶的化學性質 278

7.1.2 酶的專一性 279

7.1.3 酶的命名與分類 280

7.1.4 酶活性 281

7.2 酶催化反應動力學 282

7.2.1 影響酶催化反應速率的因素
282

7.2.2 酶的抑制作用和抑制劑
287

7.3 酶的固定化 291

7.3.1 固定化酶(酵素) 291

7.3.2 酶固定化的方法 293

7.4 酵素性褐變(酶促褐變) 294

7.4.1 酵素性褐變的原理 294

7.4.2 酵素性褐變的控制 297

7.5 酶在食品加工中的應用 300

7.5.1 食品加工中常用的酶
300

7.5.2 酶在食品加工中的應用
313

7.5.3 酶在食品分析中的應用
318

課後複習 321

參考文獻 321

第8章 色 素

8.1 概 述 324

8.1.1 食品色素的定義和作用
324

8.1.2 食品色素的分類 325

8.2 四吡咯色素 326

8.2.1 葉綠素 326

8.2.2 血紅素 331

8.3 類胡蘿蔔素 336

8.3.1 胡蘿蔔素類 336

8.3.2 葉黃素類 338

8.4 多酚類色素 340

8.4.1 花青素類 340

8.4.2 類黃酮色素 349

8.4.3 兒茶素 352

8.4.4 單 寧 353

8.5 食品著色劑 354

8.5.1 焦糖色素 354

8.5.2 紅麴色素 355

8.5.3 薑黃素 356

8.5.4 甜菜苷 356

8.5.5 其他天然著色劑 357

8.5.6 人工合成著色劑 357

課後複習 359

參考文獻 359



第 9 章 呈味物質

- 9.1 概 述 362
- 9.2 食品的味覺 362
 - 9.2.1 味覺的生理學基礎 362
 - 9.2.2 呈味物質的交互作用 365
- 9.3 食品中基本的滋味 366
 - 9.3.1 甜 味 366
 - 9.3.2 酸 味 369
 - 9.3.3 苦 味 369
 - 9.3.4 鹹味和鹹味物質 372
 - 9.3.5 鮮味與鮮味物質 373
 - 9.3.6 辛辣味和辛辣味物質 375
 - 9.3.7 其他味覺 379
- 9.4 基本味覺的常見呈味物質 380
 - 9.4.1 常見甜味劑 380
 - 9.4.2 重要的食用酸味料 382
 - 9.4.3 食品中常見的苦味物質 384
- 課後複習 387
- 參考文獻 387

第 10 章 香氣物質

- 10.1 概 述 390
- 10.2 嗅 覺 391
 - 10.2.1 嗅覺生理學 391
 - 10.2.2 嗅覺理論 393
- 10.3 嗅覺物質 394
 - 10.3.1 氣味物質的結構和氣味的關係 394
 - 10.3.2 氣味物質的有機化學類別和其氣味 397

- 10.4 各類食品的香氣及其香氣物質 405
 - 10.4.1 蔬果香氣和其香氣物質 405
 - 10.4.2 肉的香氣和其香氣物質 407
 - 10.4.3 乳品的香氣成分 409
 - 10.4.4 焙烤或烘烤食品的風味物質 410
 - 10.4.5 發酵食品的香氣物質 412
 - 10.4.6 水產品的氣味 413
- 10.5 食品中香氣生成的途徑 414
- 10.6 食品加熱時生成的香氣成分 415
 - 10.6.1 肉類加熱時生成的香氣成分 417
 - 10.6.2 食品焙烤中香氣的生成 418
- 10.7 食品加工和香氣控制 419
 - 10.7.1 食品加工中香氣生成和損失 419
 - 10.7.2 食品香氣的控制 420
 - 10.7.3 食品香氣的增強 422

課後複習 424

參考文獻 424

第 11 章 食品添加物概述

- 11.1 食品添加物的定義及其在食品加工中的意義 426
 - 11.1.1 食品添加物的定義 426
 - 11.1.2 食品添加物在食品加工中的意義 427
 - 11.1.3 食品添加物的發展趨勢 429

Contents

11.2 食品添加物的分類及選用原則 431

11.2.1 食品添加物的分類 431

11.2.2 對食品添加物的要求及
選用原則 437

11.3 食品添加物的使用 438

11.3.1 食品添加物使用標準與
管理 438

11.3.2 違法使用之食品添加物
442

課後複習 444

參考文獻 444



第 12 章 食品中的有害物質

12.1 概 論 446

12.2 動物性食品中的有害物質 446

12.2.1 鯖魚毒素 446

12.2.2 河魴毒素 447

12.2.3 熱帶魚毒素 449

12.2.4 貝毒素 450

12.3 植物性食品中的有害物質 454

12.3.1 甲狀腺腫元 454

12.3.2 氰酸糖苷 455

12.3.3 血球凝集素 457

12.3.4 配醣生物鹼 458

12.3.5 蛋白酵素抑制物質 460

12.4 黴菌毒素 462

12.4.1 黃麴毒素 462

12.4.2 赭麴毒素 465

12.5 蕈類毒素 466

12.5.1 原生質毒素 466

12.5.2 神經毒素 468

12.5.3 腸胃刺激毒素 470

12.5.4 類二硫龍毒素 470

課後複習 471

參考文獻 471



第 13 章 肌肉組織

13.1 前 言 474

13.2 營養價值 474

13.2.1 肌肉的一般組成 474

13.2.2 肌肉組織中脂質成分
475

13.2.3 肌肉組織中維生素與礦
物質含量 476

13.3 動物間肌肉之異同及肌肉類型 477

13.3.1 水產動物與陸上動物之
差異 477

13.3.2 依肌肉顏色區分肌肉類型
477

13.3.3 魚類肌肉特有的血合肉
479

13.4 肌肉構造 480

13.4.1 骨骼肌之構造 480

13.4.2 平滑肌與心肌 484

13.4.3 烏賊肌肉的特異性 484

13.5 肌細胞蛋白質 484

13.5.1 收縮性蛋白 485

13.5.2 肌肉收縮 490



13.5.3	鬆弛	491
13.5.4	肌細胞的可溶性成分	491
13.5.5	肌細胞的不溶性成分	492
13.6	結締組織	493
13.6.1	膠原蛋白	493
13.6.2	膠原蛋白轉變成明膠	495
13.6.3	彈性硬蛋白	495
13.7	屠後肌肉之生化變化	496
13.7.1	能量代謝有關的生化學變化	496
13.7.2	ATP 耗竭的影響	497
13.7.3	解僵後肉的嫩化	498
13.7.4	ATP 分解為次黃嘌呤	499
13.7.5	鈣回收能力的喪失	500
13.7.6	脂質的分解作用與氧化	500
13.7.7	蛋白質分解酵素的作用	501
13.7.8	胺基酸的反應產物	501
13.7.9	氧化三甲胺的分解	502
13.8	屠後肌肉變化對肉品品質之影響	502
13.8.1	肉的質地與保水力	502
13.8.2	pH 變化的速率與程度對肉品質的影響	503
13.8.3	肌動蛋白－肌凝蛋白的交互作用與收縮	504
13.8.4	解凍僵直	506
13.8.5	蛋白分解作用所導致的變化	506
13.8.6	脂質變化及脂質與其他成分之相互作用	507

13.9 食品加工對肉成分安定性之影響 507

13.9.1	熱處理	507
13.9.2	冷藏	508
13.9.3	冷凍	510
13.9.4	脫水	511
13.9.5	醃漬	512
13.9.6	肉煉製品的製備	513

課後複習 515

參考文獻 515

第 14 章 植物組織

14.1 概述 518

14.2 化學組成 519

14.2.1	水	519
14.2.2	碳水化合物	520
14.2.3	蛋白質	523
14.2.4	脂質及相關化合物	527
14.2.5	有機酸	530
14.2.6	色素	532
14.2.7	礦物質	533
14.2.8	維生素	534

14.3 生物結構 535

14.3.1	器官結構	535
14.3.2	組織及細胞結構	537
14.3.3	次細胞結構	538

14.4 生理及代謝 539

14.4.1	呼吸作用	539
14.4.2	其他影響食品品質的代謝作用	544

Contents

14.5 控制機制 550

14.5.1 細胞破壞 550

14.5.2 植物荷爾蒙 552

14.6 儲 運 554

14.6.1 穀類、豆類、油籽 554

14.6.2 蔬 果 555

14.6.3 調氣環境 557

14.6.4 濕 度 559

14.6.5 游離幅射 560

14.6.6 其他因素 561

14.7 加工對蔬果之影響 561

14.7.1 化學變化 562

14.7.2 酵素反應 562

14.7.3 細胞破壞 562

14.7.4 分子結構變化 563

14.7.5 其他影響反應速率的因素
563

14.8 結 語 564

課後複習 565

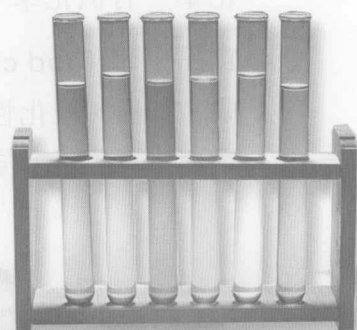
參考文獻 565

索 引 567

緒 論

● 教學目的和要求 ●

1. 瞭解食品化學的概念、發展簡史和食品化學研究的內容以及食品化學在食品工業技術發展中的重要作用。
2. 掌握食品中主要的化學變化以及對食品品質和食品安全性的影響。
3. 熟悉食品化學的一般研究方法。

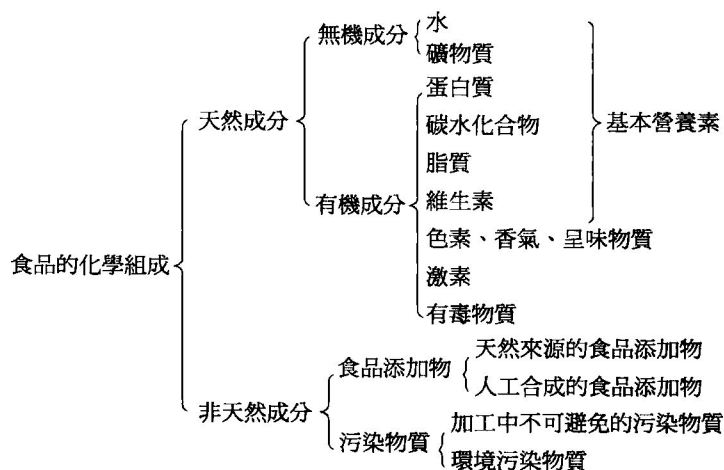


1.1

食品化學的概念與發展簡史

1.1.1 食品化學的概念

1. 營養素(nutrient)：係指能維持人體正常生長發育和新陳代謝所必需的物質，目前已知的有 40~45 種人體必需的營養素，從化學性質可分為 6 大類，即蛋白質、脂肪、碳水化合物、礦物質、維生素和水，目前也有人提出將膳食纖維列為第七類營養素。
2. 食物(foodstuff)：係指含有營養素的物料。人類的食物絕大多數都是經過加工後才食用的，經過加工的食物稱為食品(food)，但通常也泛指一切食物為食品。食品的化學組成可分為：



3. 化學(chemistry)：是研究原子、分子、離子等層次範疇內物質的組成、結構、性質和化學變化規律以及變化過程中能量關係的科學，一般可分為無機化學、有機化學、分析化學、物理化學等基礎學科。
4. 食品化學(food chemistry)：是從化學角度和分子範疇上研究食品的化學組成、結構、理化性質、營養和安全性質以及它們在生產、加工、貯存和運銷過程中的變化及其對食品品質和食品安全性影響的科學，是為改善食品品