

食品加工用書

食品化學(下)

(附實驗)

吳文成 編著



食品加工用書

食品化學

(附實驗)

吳文成 編著

復文書局

食品化學

(附實驗)

版權所有



翻印必究

中華民國七十年九月修訂三版

中華民國七十三年二月修訂四版

上冊特價 120 元 下冊特價 132 元

著 作 者： 吳 文 成

發 行 者： 吳 主 和

發 行 所： 復 文 書 局

地址：臺南市東門路421巷28號

門市部：台南市林森路二段63號

電話：(062)370003・386937

郵政劃撥帳戶32104號

No.28. LANE421 DONG-MEN
ROAD TAINAN TAIWAN REPUBLIC
OF CHINA

TEL: (062)370003・386937

本書局經行政院新聞局核准登記發給
出版事業登記證局版台業字第0370號

編輯大意

- (一) 本書是根據六十三年二月教育部修訂公布的高級農業職業學校食品加工科食品化學課程標準編輯，適合於高農食品加工科第三學年第一、二學期每週授課九小時，講授三小時，實習六小時之用。
- (二) 本書共分上下兩冊，除課程標準所規定之十大單元之外，筆者另加上食品工藝化學及食品中水分各一章，前者內容詳述食品加工時各種成分之變化及加工化學的基本理論，可使學生明瞭食品及其營養素與加工製造之深切關係。後者詳述食品中水份之形態及其對人體之營養關係，並使學生了解食品中水份與加工製造之關係（如冷凍、乾製、膠體性質等）。另外更加重食品衛生與食品檢驗一章之內容，使學生明瞭食品品質管制與國民保健之重要性及食品檢驗與評價之方法。
- (三) 本書實習內容豐富，資料整理周全，並與食品工廠之實際檢驗分析方式配合，裨益學生將來從事食品加工就業之功能尤大。並可為一般食品工廠或食品加工從業者之實際參考。
- (四) 本書付印倉促，疏漏欠妥之處，在所難免，竭誠歡迎專家學者惠予指正是幸！

食品化學（下冊）／目錄

第九章 食品之色香味.....1

- 第一節 食品之色素..... 1
- 第二節 食品之香氣與香料..... 29
- 第三節 食品化學..... 45

第十章 食品各論 61

- 第一節 穀類..... 61
- 第二節 豆類..... 76
- 第三節 蔬菜類..... 81
- 第四節 果實類 76
- 第五節 菌蕈類..... 111
- 第六節 海藻類..... 114
- 第七節 糖類及澱粉..... 119
- 第八節 調味品及嗜好品..... 125
- 第九節 動植物性油脂..... 137
- 第十節 獸與魚貝類 140
- 第十一節 乳類及其加工品 150
- 第十二節 卵類..... 160

第十一章 加工或烹調對食物品質之影響.....178

- 第一節 食品原料在加工前之變化..... 178
- 第二節 加熱的變化..... 181
- 第三節 氧化變化 186

第 四 節	光分解之變化.....	187
-------	-------------	-----

第十二章 食品衛生與食品檢驗189

第 一 節	食品規格.....	189
第 二 節	食品衛生法規.....	192
第 三 節	食物中毒.....	196
第 四 節	食品官能檢查法.....	205
第 五 節	微生物檢查法.....	205
第 六 節	食品添加物之使用規格.....	211
第 七 節	食品公害問題.....	234

食品化學分析法（實習）下冊目錄

第十三章 穀類及豆類之分析與檢驗 239

- 第一節 試料的調製.....239
- 第二節 米之分析與檢驗.....239
- 第三節 小麥之分析與檢驗.....240
- 第四節 麵包類製品檢驗與分析241
- 第五節 糧食類檢驗法.....243
- 第六節 黃豆檢驗法.....249
- 第七節 黃豆粉檢驗方法.....252

第十四章 果蔬類之分析與檢驗 254

- 第一節 原料之調製.....254
- 第二節 一般分析法.....254
- 第三節 維生素C之定量法.....254
- 第四節 維生素A的定量法.....263
- 第五節 胡蘿蔔素的定量法.....268
- 第六節 總酸量定量法.....272

第十五章 乳類的分析與檢驗.....275

- 第一節 牛乳的分析與檢驗.....275
- 第二節 其他乳製品的分析與檢驗.....289
- 第三節 乳品之標準.....290

第十六章 蛋類的分析與檢驗法.....294

第一節 一般分析.....	294
第二節 蛋的新鮮度檢定法.....	294
第十七章 畜產肉類的分析與檢驗.....	296
第一節 一般分析.....	296
第二節 新鮮度試驗及有害物質試驗.....	296
第三節 肉製品的檢驗與分析.....	302
第十八章 食品油脂之分析與檢驗.....	303
第一節 比重.....	303
第二節 折光指數.....	304
第三節 水分及揮發物.....	306
第四節 食用油脂之品質標準.....	307
第十九章 釀造品分析與檢驗.....	308
第一節 酒精性飲料之分析與檢驗.....	308
第二節 醬油之分析與檢驗法.....	312
第三節 味噌之分析與檢驗法.....	318
第四節 食醋之分析與檢驗法.....	319
第五節 味精之分析與檢驗法.....	320
第二十章 一般飲料之分析與檢驗.....	322
第一節 清涼飲料水的試驗.....	322
第二節 果汁的分析與檢驗.....	325
第三節 冰淇淋的分析與檢驗.....	325
第二十一章 嗜好品分析與檢驗.....	326
第一節 咖啡分析與檢驗.....	326
第二節 茶之檢驗.....	327
附錄一 台灣產常用食品之營養成份.....	329
附錄二 比重與乙醇含量之對照表.....	357

第九章 食品之色香味

各種食品除前述之主要成分外，尚含有各種天然之色、香、味，同時爲求加工或烹調後，產品之美觀與美味，每施以人工着色、着香、着味，以臻盡善盡美。

滋味是一種味覺、嗅覺和感覺之混合，在口腔與咽喉中可感覺出酸、甜、苦、辣、鹹五味，在鼻腔內有嗅覺神經末梢可感覺出許多香味，諸如，香氣、臭氣及各種風味等。口腔除味覺外，又有滑潤、粗糙、彈性、冷熱、堅硬度等食觸感。

色是食品對人刺激最快的一種感覺，故其色相、色彩及光澤，影響食品之價值頗大。

這許多現象均是由食品內各種微量的化學成分及結構組織之不同所致。這些成分雖無直接之營養價值（但某些色味成分俱有營養價值者除外），但其根本的價值及影響却頗深遠，因美色刺激食慾，美味促進消化液之分泌，均對食品之消化吸收影響極大，故其營養價值實不可與食品之主要成分相比擬的。

第一節 食品之色素

物質之呈色，是因其中含有某種色素（pigment）之故，色素是反射日光而呈色者。食品之色，乃辨別食品之先決條件，並易使人產生先入爲主之感覺，吾人對食品之喜惡，色澤之影響頗大，故食品與色素之關係頗爲重要。

食品之色可分爲天然色素（植物及動物性）及人工色素二大類，今分別述之如下：

§1 植物性食品的色素及其相關化合物

植物中之色素，如單寧 (tannin)，類黃鹼 (flavonoid) 及某種配糖體 (glucosides) 均為重要之成分，對於從事食品加工者而言，不可不知。

如：罐製、乾製對葉綠素、胡蘿蔔素，應盡可能予以保存，不使破壞，花青素 (Anthocyan) 為果汁、果凍及果酒等色澤之來源。單寧可使新鮮的水果，或成熟的柿子變成棕色。並可給於某種水果或果酒以收斂性，類黃鹼及類黃鹼酮之存在，對水果之色與味均有關係，配糖體與水菓蔬菜之苦味有關。

(一) 葉綠素 (chlorophyll)

從植物代謝作用而言，葉綠素是光合作用的工廠；其吸收日光光能，固定 CO_2 使與 H_2O 變成有機化合物，植物之組織，因以建立。

植物之葉綠素係存在於植物之葉綠體中 (chloroplasts) 葉綠體成顆粒狀存在於細胞之中；此種小顆粒仍為一種海綿狀之組織，葉綠素即填充於其中，且大部份於葉綠素之表面，而盡可能吸收日光。新鮮的綠葉含葉綠素之量平均 0.1 ~ 0.2 % 重量。

葉綠素常與胡蘿蔔素及葉黃素共存，而一般植物祇見綠色，此乃葉綠素所含甚多之故。如果用熱或酸處理，則葉綠素褪除，則會顯示胡蘿蔔的黃色。乾葉中約含 1 % 的葉綠色。

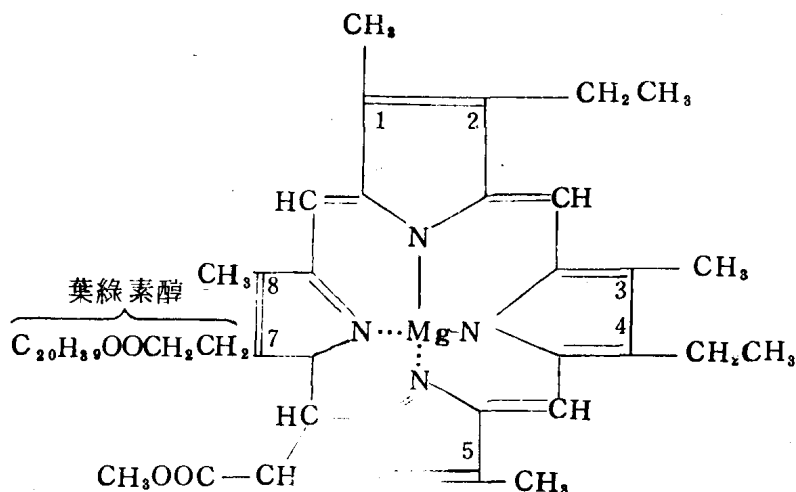
一般植物體中所含之葉綠素有二種：

一為葉綠素 a (chlorophyll-a)：一種青綠色

二為葉綠素 b (chlorophyll-b)：一種黃綠色

葉綠素為葉綠酸 (chlorophyllin) 與葉綠醇 (phytol, $\text{C}_{20}\text{H}_{39}\text{O}$) 及甲醇所組成之酯。

其結構如下：



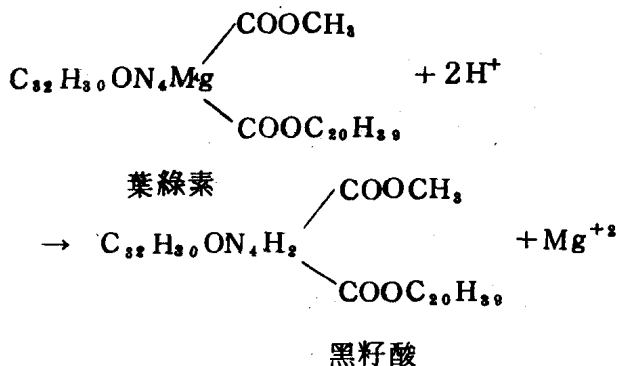
葉綠素 a $\longleftrightarrow$ 葉綠素 b (chlorophyll a)

是由四個吡咯 (pyrrole) 環用甲烯基 (methylene) 連接在一起的卟啉素 (porphyrins) 的結構。葉綠素 b 在 3 的位置上係以 CHO 代替 CH_3 基。a 與 b 在植物中之含量約為 3 : 1，在陽光照射之植物，a 的成分較多，在陽光照不到的植物，b 的成分較多。葉綠素 a 之結構十分類似血色素 (hemoglobin) 之結構，其不同處在於四個吡咯環中心非為 Mg 而為 Fe。

普通將綠色蔬菜以鹼液加熱，則色澤變為更鮮綠，此原因是由於葉綠素 (chlorophyll) 因加熱而變成 chlorophyllin (葉綠酸)，而此葉綠酸為鮮綠色之色素，由於鹼可保持綠色，但為何不加蘇打，碳酸氫鈉於烹飪的菜蔬中呢？原因很簡單，因為纖維素受 K^+ 或 Na^+ 等作用水解，而使組織變軟，同時維生素 C，B₁ 在高 pH 值下，受熱

之破壞極大。故若加鹼保色，反而得不償失。

如將綠色蔬菜以酸性水加熱則變成褐色，此是由於葉綠素受酸作用產生黑籽酸鹽 (pheophytin) 所致，而形成褐色。其反應方程式如下：



Blair 及 Ayres 兩氏為保持罐頭豌豆的綠色，同時保持結構之硬度，其方法是將豌豆浸於 2% 的碳酸氫鈉溶液，經 30～60 分鐘，並經 0.005 M 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 漂白，然後煮時鹽水中再加 0.02～0.025 M 的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的分散液，調節 pH 值在 8 左右。

因 Cu, Fe, Zn 離子可以代綠葉素中之 Mg 離子，而保持鮮綠色，同時這些離子亦可與葉綠素所形成之黑籽酸鹽，形成複合物，亦為綠色，故亦有人用硫酸銅保持果蔬加工後之綠色，然 Cu 係有害物質，其用量不得超過國家規格。甚至有些國家禁止使用此種藥物。

葉綠素亦可用為一般食品之着色劑。與 penicillin 併用，可增進其醫療效果，並節省其用量，又具有脫臭效果，故牙膏、口香糖中均有加入葉綠素者。

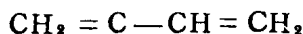
(二) 類胡蘿蔔素 (carotenoid)：

主要之生產者為植物體、動物體亦廣泛存在，然均大部份由食料中得來。色澤為黃紅或鮮紅色的脂溶性色素。此類色素含有許多雙鍵，今述重要者如下：

(A) 胡蘿蔔素 (carotene) :

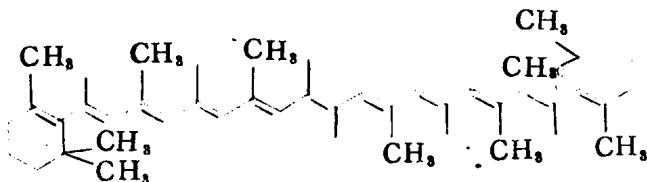
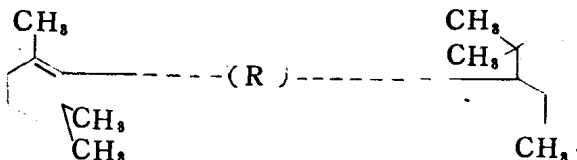
其分子式爲 $C_{40}H_{56}$ ，在自然界中分佈甚廣，常與葉綠素共存於植物體中，主要構造爲 α ， β ， γ 三型胡蘿蔔素及蕃茄紅素 (lycopene)。

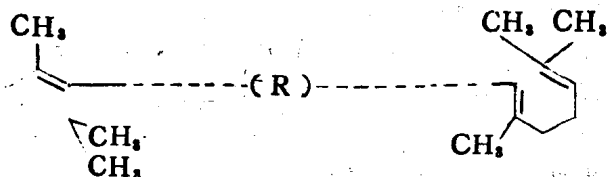
胡蘿蔔素是碳氫化合物或碳氫化合物衍生物，是由異戊二烯 (isoprene) 單元構成的。



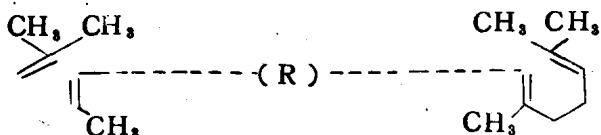
異戊二烯

它含有 5 個碳，而胡蘿蔔素含有 40 個碳，故可知胡蘿蔔素含有 8 個異戊二烯單元。這些異構物之結構主要在 β - Ionone ring 上之不同，此點在維生素 A 一章中即已詳說，因胡蘿蔔素爲維生素 A 之母體，故亦均含有維生素 A 之生理功能，而其程度要看 β - Ionone 環之開閉密合而定。

① β - 胡蘿蔔素 (β - carotene)② α - 胡蘿蔔素 (α - carotene)③ γ - 胡蘿蔔素 (γ - carotene) (有一開環)



④ 蕃茄紅素 (lycopene) (有二開環)



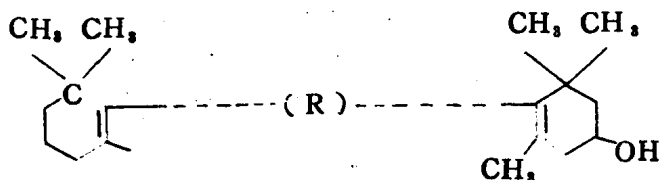
一般植物體中含有 β -胡蘿蔔素並與 α , γ 同存在, 但少數植物亦有含 α -胡蘿蔔素較多者, 如紅棕櫚油中含有 30 ~ 40% 的 α -胡蘿蔔。 α -和 β -胡蘿蔔素之不同處是在第二環的雙鍵位置之不同, γ -胡蘿蔔素只有一個環, 蕃茄紅素雙環均開裂。

蕃茄紅素最早發現於蕃茄中, α -、 β -、 γ -胡蘿蔔色素在桃子、香蕉皮、蕃茄、紅椒、玫瑰花、南瓜中均可發現。

(B) 葉黃素 (xanthophyll) :

類胡蘿蔔素如含有羥基者, 稱為葉黃素 (xanthophyll) 或稱胡蘿蔔素醇類, 一些葉黃已經由植物中抽出, 並決定了全部或部份結構了。

這類色素如玉米黃素 (zeaxanthin) :



其結構與 β -胡蘿蔔素相似, 惟第二環上有一個 OH 根。此色素存在於玉米、蛋黃、葉菜類、柿子、紅辣椒中, 顏色為黃色。

其他之葉黃素有：

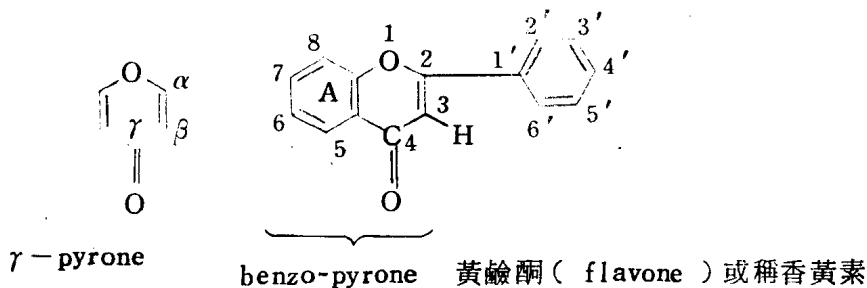
- ① **cryptoxanthin**：木瓜、椪柑、黃色玉米。
- ② **lutein**：綠葉蔬菜
- ③ **lycoxanthin**：蕃茄
- ④ **capsanthin**：辣椒
- ⑤ **fucoxanthin**：褐藻（海帶）

類胡蘿蔔素的色素成分在植物體中常與蛋白質結合，而呈色較淡，並有半水溶性性質。若此類色素游離成酯類時，則色澤美艷，但不溶於水，易生沉澱，此為蕃茄醬加工製造時越濃，色澤越美的原理。

各種類胡蘿蔔素中雙鍵很多，故易氧化；但氧化情況亦有不同，如乾杏較不易變色，而乾胡蘿蔔則易脫色。若此情形，乾燥食品為防止氧化，應用充氮包裝較為安全。冷凍食品中若殺菁完全，則無脂肪氧化酵素（*lipoxidase*）及過氧化酵素等存在，則類胡蘿蔔素之保藏不變色之時間較長。一般食品含有之類胡蘿蔔素，在加工調理時，最初不易變化，但經光、乾燥、強熱等作用，則氧化變褐。尤以 pH 低或水分過少時，更易進行。

（三）類黃鹼（the flavonoids）

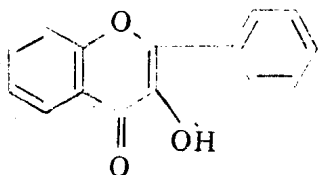
類黃鹼在植物界的分佈很廣，其為水溶性物質存於植物的液汁中，化學上它有兩個苯環和三個碳的鍵橋。其根本結構是由 *benzopyrone* 核所形成，如下：



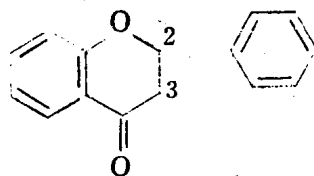
三個碳鍵橋為 2, 3, 4 的位置。拉丁文 *flavus* 為黃色之意，

而香黃素 (flavone, 黃鹼酮) 本身却為無色, 而其存於植物體之中, 則呈黃色, 因其大部份以氫氧化物配糖體 (hydroxide glycoside) 的形態存在於植物中, 而此氫氧化物配糖體則為黃色。其水溶液呈澀味或苦味。許多黃鹼酮對人體有藥理作用, 可參看維生素P一節。

類黃鹼是一個總稱, 其他類似的衍生物結構如下:

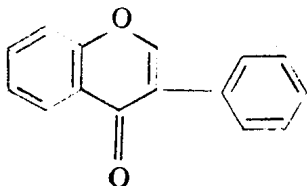


黃鹼醇 (flavonol)



黃鹼酮 (flavonone)

(2, 3之間為飽和鍵)



異黃鹼酮 (isoflavone, 或稱異香黃素)

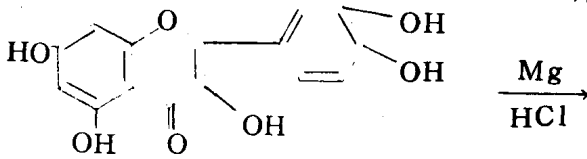
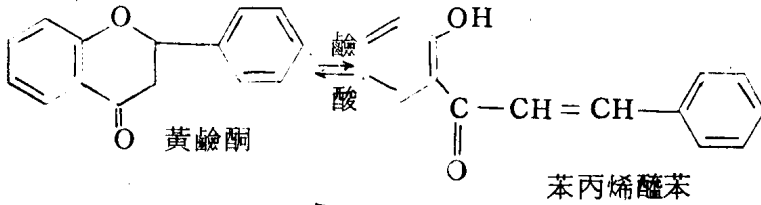
這類化合物存在於白色蔬菜, 柑橘類的皮部, 它們在微酸性時為無色, 在鹼性時會呈顯明之黃色。與鐵作用則產生褐色或綠色。

此種植物色素之變色情況可詳述如下:

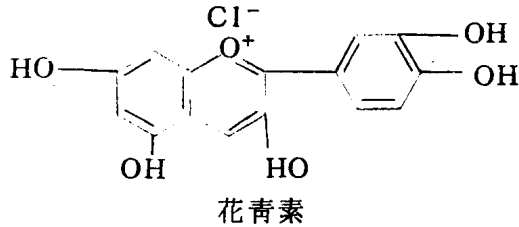
(a) 易溶於鹼液 (pH 11 ~ 12) 生成苯丙烯醯苯 (chalcone) 而呈黃色, 橙色以至褐色。

(b) 易與金屬離子作用而着色。尤易與鐵離子作用而褐變。有鉛存在時, 則生不溶性沈澱。

(c) 此類色素之酒精液以鎂與鹽酸或鋅與鹽酸使之還原, 則黃鹼酮變為橙紅色, 黃鹼醇變為紅色, 此乃因已還原為花青素之故。

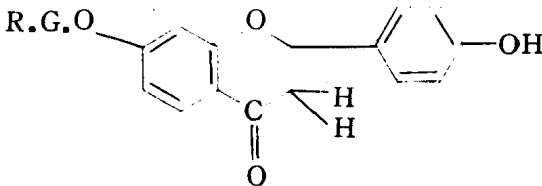


槲精 (Quercetin)



植物中常見者有如下幾種：

apigenin 存于高粱，dahlia 存於花中，naringin (柚苷) 爲柑桔類的一種苦味成分，亦爲一種黃鹼酮類之配糖體。



柚苷 (naringin) [G = 葡萄糖單元，
R = 鼠李糖 (rhamnose) 單元]

黃豆的 dithin，麵粉的 trysine 等亦均爲一種類黃鹼之配糖體，所