

# 食品添加劑的化學

魏明通

國立臺灣師範大學化學系

## 壹、前言

自古以來人類往往以加鹽或加糖的方式保存食物。隨時代的進步，人口集中於都市而改變生活環境，為確保食物能供應大量的人口及適合於人類生活的嗜好，食品加工技術不斷進展，人類能夠使用天然着色劑、着香劑或合成化學物質，使食品更美觀美味，提高保存期間，增加營養價值，以適合於人類的需求。食品添加劑就是在食品製造過程中，為改良品質、提高保存性、經濟性及營養價值等目的而添加於食品的物質。我們每日食用的麪包、醬油、豆腐、火腿、香腸、可樂、速食麵等都含有食品添加劑。科學家認為，今日一般人每日約攝取六十種類（總量約10克）的食品添加劑。這些各別的添加劑或許在人體內不致於影響健康，惟多種添加劑同時進入人體時，互相之間會不會起不妥當的反應，而且在體內長期累積的影響等，到現在為止很少有研究報告，因此食品添加劑到處氾濫的今日，理解其功效並慎重使用是現代人很重要的素養之一。

## 貳、食品添加劑的任務及分類

使用食品添加劑的目的可分為：保存並提高食品特性的添加劑及在食品製造上必需加入的添加劑兩大類。分別說明如後：

### (一) 保存並提高食品特性的添加劑

食品可維持身體的功能，提供身體活動的能源。因此對於食品，通常要求必須具有下列四種條件。1. 為安全的。2. 有營養的。3. 能滿足嗜好的。4. 能維持健康的。能夠保持並提高這些特性之食品添加劑有：

#### 1. 提高食品安全性的添加劑

食品必須對人體是安全的。我們時常在電視或報紙看到食物中毒的訊息。食物中毒最主要的原因來自微生物（黴菌、細菌等）。我們曾有放久的麪包、米飯等因微生物的繁殖而產生外觀變化、氣味及味道的改變的經驗。能夠消滅或抑制微生物的繁殖及隨其

而產生有害物質的添加劑有：

- (1) 滅菌劑：過氧化氫 ( $H_2O_2$ )、次氯酸鈉 ( $NaOCl$ ) 等具有滅菌、漂白的作用。惟添加於食品中易與食品成分交互作用產生不良功效，滅菌劑較少用於食品，常用於飲用水或游泳池水中。
- (2) 防腐（保存）劑：花楸酸（Sorbic acid 即己二烯酸）、過氧化苯甲酸 (Peroxy benzoic acid)、丙酸鈉 (Sodium propionate)、磷酸 (Phosphoric acid) 等具有抑制黴菌的生長發育的為防腐劑，又稱為保存劑。

氧是人類生存上不可缺少的元素，惟對食品的保存却有不好的影響。食品的成分中的維生素 A、C 等成份，因氧的氧化會失效外，往往會產生有害的物質（脂質氧化成過氧化脂質並分解成醛類）。因此在食品中往往加抗氧化劑或將食品密封於充填氮的容器中以防止食品的氧化。

(3) 抗氧化劑：

- ① 二丁基羥基甲苯 (Butylated hydroxytoluene, 簡稱 BHT), 維生素 E (Tocopherol)、維生素 C (Ascorbic acid), 異維生素 C (Erythorbic acid), 丁羥基面香醚 (Butylhydroxy anisole) 等。這些添加劑在食品中，因自己本身的較易氧化可防止食品的氧化。
  - ② EDTA, 異丙檸檬酸, 檸檬酸等, 能夠與食品中可促進氧化的金屬反應成安定的鉗化合物, 因此可抑制食品的氧化反應。
- (4) 氮：將食品密封於充填氮的容器（罐或塑膠袋）中，使其不與空氣中的氧接觸，以防止食品氧化。所加的氮氣也可視為食品添加劑。
  - (5) 防霉劑：用於葡萄柚、檸檬等果皮防止生成白霉。常用的有鄰苯石碳酸鈉、噻苯大唑 (Thiabendazole,  $C_{10}H_7N_3S$ ) 等。

## 2. 提高食品營養的添加劑

我們每日所攝取的食物第二條件是必有營養的。這些營養有的可做為身體結構的蛋白質（以及其組成成分的胺基酸），做為人體能源的醣類、脂類，維持身體機能的各種維生素及礦物質。為加強食品中可能不足的微量營養素，加於食品的添加劑稱為強化劑或營養劑。例如維生素、礦物質及胺基酸等。

## 3. 提高食品嗜好性的添加劑

一種食品雖然對人體安全而且有營養，可是只是安全及營養在現代飲食生活中仍不夠。美觀而具有可引起食慾的芳香氣味，吃時的美味等亦很重要。這些官能性隨人人有

個別差異，因此食品中往往加入嗜好性添加劑以配合個人的飲食習慣。嗜好性添加劑可分為：

(1) 改善味道的添加劑。即改善食品的味道以提高其嗜好性的添加劑。

- ① 甜味料：食品中加甜味的。如糖精 ( Saccharin )、阿斯巴達 ( Aspartame ) 等甜味為蔗糖的 400 倍而能量低，用於太胖的人或糖尿病患者，而且亦不易引起蛀牙。
- ② 酸味料：增加酸味於食品。食品具適當的酸味，常引起食慾並好吃。常用的酸味料有檸檬酸鈉。
- ③ 調味料：在食品中加入胺基酸、核酸、有機酸等的化合物或無機塩以調整食品味道的。例如麩胺酸 ( Glutamic acid,  $\text{HOOC} \cdot \text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{CH}(\text{NH}_2) \text{COOH}$  )，肉昔酸 ( Inosinic acid,  $\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_4\text{O}_8\text{P}$  ) 及鳥昔酸 ( Guanylic acid  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_5\text{O}_8\text{P}$  ) 等。

(2) 增加食品外觀的添加劑

改良食品的顏色或光澤以提高嗜好的添加劑。

着色劑：使食品看起來吸引人的顏色及光澤。紅色 2 號、紅色 3 號、黃色 4 號、藍色 1 號、綠色 3 號等人工合成着色劑。胭脂蟲紅 ( Cochineal ) 為從胭脂蟲提煉的天然着色劑，惟無論是人造或天然着色劑都認為有致癌的可能性，因此近年來食品着色劑使用情形有減少的傾向。

發色劑：亞硝酸鈉 (  $\text{NaNO}_2$  )、硝酸鉀 (  $\text{KNO}_3$  ) 及亞硫酸鈉 (  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ) 等加入於火腿或香腸的製造時，能夠與肉類的肌紅蛋白 ( Myoglobin ) 反應變成安定的鮮紅色，因此可使火腿、香腸等食品看起來很新鮮。發色劑本身並不是致癌物，惟與其他食品或添加劑在人體內交互作用結果有變為致癌物的可能性，因此盡量少用。

漂白劑：食品中的有色物質，利用漂白劑使其美觀，一般是使用二氧化硫 (  $\text{SO}_2$  )、亞硫酸鈉 (  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  )、亞氯酸鈉 (  $\text{NaClO}_2$  ) 等物質。

(3) 提高咬嚼感的添加劑

咬嚼及舌頭的感覺，即所謂的“口感”，也是食品嗜好的一個要素，為此而有的食品添加物有：

增粘劑：增加食品粘度的糊料，常用的有酪蛋白、羧甲基纖維素鈉等。

乳化劑：油與水不能混合，因此使用脂肪酸甘油酯或大豆卵磷脂 ( Soybean

Lecithin ) 乳化劑使油與水均勻混合。冰淇淋、美奶茲 ( Mayonnaise )、人造奶油 ( Margarine ) 爲乳化過的產品。

保濕劑：防止在保存時食品表面乾燥，最常用的是加丙二醇 ( Propylene glycol )，如此可使其保持水分。

結着劑：增加動物類食品中的蛋白質及脂肪的結着性，並保存水分以增強肉類的組織。常用的爲磷酸鈉、磷酸鉀、焦磷酸鉀 (  $K_4P_2O_7$  ) 及焦磷酸鈉 (  $Na_4P_2O_7$  )。

#### (4) 改良食品氣味的添加劑

食品所放出的氣味爲影響嗜好的另一種重要因素。爲改良食品氣味往往在食品中加少量的酯類化合物。

#### 4. 有益於維持健康的添加劑

如上面所提食品必須有益於維持健康而且能夠預防疾病。從食品的功能性方面來講，食物纖維本身沒有營養而且阻礙營養成分的吸收，可是能夠幫助排泄並可避免人體過量攝取營養，因此亦廣用於現代人的飲食中。

#### (二) 食品製造上必要的添加劑

此地所舉的添加劑在食品製造過程中必須使用，可是幾乎不會留存於最終成品裡，因此通常稱爲加工輔助劑或製造用劑。

1. 消泡劑：消去製造食品時所發生的氣泡而加的脂肪酸甘油酯。通常使用量很微小。
2. 觸媒：爲改良脂肪品質，加甲醇鈉 ( Sodium methylate,  $NaOCH_3$  ) 爲酯交換反應的催化劑。
3. 酵素：食品製造時亦常使用有機觸媒的酵素。葡萄糖異構酶 ( Glucose Isomerase ) 用於葡萄糖轉變爲果糖，柚苷酶 ( Naringinase ) 用於柑橘類果汁中的柚苷 ( Naringin ) 分解使其不呈苦味。這些酵素由於加熱而失去活性後成爲蛋白質。
4. 澄清劑：除去液體食品的混濁，使其澄清依照混濁的原因，使用鞣酸 ( Tannin ) 使蛋白質與其結合而沉澱，或用活性炭吸附有色物質等。
5. 膨脹劑：在蒸饅頭、烤麩包或蛋糕時，加於原料中，使製造的食品成多孔性組織，鬆軟可口且易於消化。其原理是在於製麩包或饅頭時加入酵母，利用麩團中的糖發酵所產生的二氧化碳，使其膨脹。此外利用碳酸鹽與酸，由於加熱而放出二氧化碳，也可達到此目的。
6. 豆腐凝固劑：如石膏等加入於豆漿中使豆腐凝固的物質。
7. 麩粉改良劑：麩粉通常含胡蘿蔔素 ( Carotenoids ) 及蛋白分解酶等，往往加過氧

化二苯甲醯 ( Benzoyl peroxide )，溴酸鉀 ( Potassium bromate ) 以改良麵粉品質，兼漂白及促進麵粉成熟的效果。

### 參、食品添加劑的優缺點

食品添加劑如豆腐凝固劑、消泡劑等在食品製造上必須使用的以外，往往於食品製造時加入添加劑以防止食品的腐敗及變質，使食品美觀、美味及富營養，刺激食慾，降低食品價格等優點。可是食品添加劑到處氾濫，而且這些食品添加劑多數為人工製造的化學物質，其中有的或許有致癌物質的可能，有的可能引起健康上的問題。因為到目前為止，有關多種食品添加劑進入人體後，互相起怎樣的反應，對人體的影響等的試驗幾乎都沒有進行過，因此是未來值得探究的問題。另外，在製造食品時，爲了要使添加劑與食品成分容易混合，往往使用多量的動物性脂肪，除去食物中的纖維，使食物軟化等功效，亦可使食品失去原來的機能。此外，由於使用食品添加劑而起食物味道的改變，加甜味料，鹹味料及化學調味料，而造成同一味道的加工食品的氾濫，只能刺激同一味覺的細胞而失去對食物的嗜好等，都是使用食品添加劑的負面，值得加以注意。

### 肆、特別需要留意的食品添加劑

健康上需要特別加以留意的食品添加劑有下列數種，購買食品時注意看其標示。

1. 花楸酸，花楸酸鉀：最廣用爲防腐保存劑的化學合成物質。一般認爲與亞硝酸塩在一起時，生成致癌物的可能。
2. 過氧化苯甲酸，過氧化苯甲酸钠：使用於清涼飲料中的合成保存劑。有致癌的可能。
3. 鄰苯石碳酸鈉，噻苯大啞；用於柑橘類的防霉劑，有致癌的可能。
4. 紅色 2 號，紅色 3 號，紅色 106 號，黃色 4 號，黃色 5 號，藍色 1 號，藍色 2 號，綠色 3 號，胭脂蟲紅：一般都認爲所有的食品着色劑都具有致癌的可能，因此現在較少用。
5. 糖精，糖精鈉：爲廿世紀常用的合成甜味料，在 1973 年因動物實驗而有致癌的可能，以致禁止使用。惟不久開禁，可是在商品表示中仍保留糖精攝食太多有致癌的可能之文字。
6. 阿斯巴達：通常使用於清涼飲料的低熱量甜味劑。廣爲糖尿病患者及減肥人使用的代糖。惟對具有苯酮尿症因子的妊婦即不適合使用。
7. 丁羥基茴香醚：防止油氧化的抗氧化劑。有致癌的可能，因此改用維生素 E。

8. 硝酸鉀，亞硝酸鉀：廣用於火腿、香腸等的發色劑，使其看起來新鮮美觀。惟如與其他添加劑在一起有致癌的可能，可是另有一說與維生素 C 共同存在時，就不至於致癌的掛慮。
9. 丙二醇：用於麩條、餃子、餛飩皮等的品質保持劑及保濕劑。攝食過量時可能引起肝、腎的障害。
10. 磷酸鈉、磷酸鉀：用於動物性食品的結着劑，品質改良劑。使用量多時有異常的骨骼形成、抑制鐵分的吸收等副作用。

## 伍、結 論

我們從超級市場買回來的食品，留意看其標示的時候，將會發現使用多數的食品添加劑。例如速食麩，除了原料的麩粉、食鹽、食用油脂外，使用麩粉改良劑、保濕劑、乳化劑、糊料、抗氧化劑、着色劑及強化劑等各式各樣的添加劑。爲了使食品有益於身體，不影響健康及正常的成長，購買食品時，要注意有沒有超過期限外，特別要留意：

1. 沒有註明食品添加劑的食品最好不要購買。
2. 同一食品，最好選擇使用食品添加劑種類較少的。
3. 盡量避免含有前面所提，可能影響人體健康的食品添加劑的食物。

此外在料理及食用食品時，下列各種處理方式操作，或許可避免或降低食品添加劑的害處：

1. 先用水煮沸速食麩一次，倒棄煮開的水，再用清水來煮速食麩。
2. 香腸及火腿等在料理前，預先用刀切開約 0.5 到 1 公分的口，在開水中煮沸 1 ~ 2 分鐘，即其所含的添加劑會約減少一半。
3. 攝食食品時咬嚼多次使唾液與食物混合，因唾液可降低食品添加劑的致癌能力。
4. 多攝食蔬菜及海藻，這些食物的纖維能夠吸收食品添加劑並排出體外。
5. 不能排出體外的食品添加劑即使用營養素來降低其害；例如綠黃色蔬菜所含的維生素 A，水果及地瓜所含的維生素 C 與豆類食物所含維生素 E 一等都能夠消除食品添加劑所影響健康之害。
6. 從飲食多攝取鈣份（如牛奶、蝦、海藻）外，不偏食，每日吃三十種以上不同的食物，以維持營養的均衡，如此身體可抵抗食品添加劑之害。

## 附錄：檢測食品添加劑的實驗例

### (一) 檢測飲料中所含的磷酸塩

藥品與器材：磷酸鈉、鎂氧混合劑、塩酸（1 M）、氨水（6 M）、可樂飲料、沙士飲料、果汁、試管、滴管、燒杯、石蕊試紙。

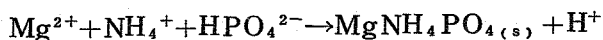
步驟：

#### 1. 鐵氧混合劑的調配

- (1) 稱取氯化鎂（ $\text{MgCl}_2$ ）10克於500 mL燒杯中，加100 mL蒸餾水後攪拌使其完全溶解。
- (2) 稱取氯化銨（ $\text{NH}_4\text{Cl}$ ）25克，倒入於(1)所做的氯化鎂溶液中，攪拌使固體完全溶解。
- (3) 再加入6 M氨水100 mL及蒸餾水，使全部體積為350 mL攪拌後放置兩小時，為檢驗時所用鎂氧混合劑。

#### 2. 辨認磷酸塩的預備實驗

- (1) 稱取磷酸鈉（ $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ）4~5 g，放入於試管中，加約半試管的蒸餾水後，搖動試管使固體完全溶解。用石蕊試紙檢驗應為鹼性。
- (2) 一滴一滴的滴入塩酸於試管中，用石蕊試紙試驗溶液呈中性為止。用吸管滴加鎂氧混合劑。仔細觀察試管內所發生的現象。如果有白色沉澱於試管底部時，表示原來溶液中有磷酸塩存在。



#### 3. 飲料中磷酸塩的檢驗

- (1) 將可樂（或沙士、果汁）倒入於試管中到一半。用石蕊試紙檢驗，如為酸性即不必再加塩酸，如果是鹼性即滴加塩酸到中性為止。
- (2) 用吸管滴加鎂氧混合劑一吸管之量，仔細觀察，如有白色沉澱沉積於試管底部，表示飲料中含磷酸塩。

### (二) 食品中漂白劑的檢測

藥品與器材：亞磷酸鈉、碘酸鉀、澱粉試紙、磷酸溶液（25%）、錐形瓶、量筒、吸管、小刀。

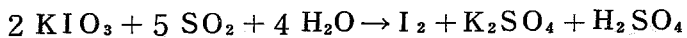
步驟：

#### 1. 碘酸鉀 - 澱粉試紙的製備

稱取0.1克碘酸鉀 (  $KIO_3$  ) 及0.5克可溶性澱粉於燒杯中，加水為100mL後攪拌混合均勻。將濾紙浸入此溶液後取出，在暗處使其自然乾燥後切成1cm×10cm條狀使用。

## 2. 試樣中亞硫酸漂白劑的檢驗

- (1) 用小刀將試樣 ( 白菇、柴魚等 ) 切碎，稱取2克放入於錐形瓶中。加入10mL的水，靜置5分鐘後搖盪錐形預使試樣與水混合。靜置後用吸管加入25%的磷酸溶液5mL於混合溶液中。
- (2) 把碘酸鉀 - 澱粉試紙的下端1cm浸入清水中，取出後將此碘酸鉀 - 澱粉試紙插在錐形瓶中試樣溶液上部約1cm處，並以橡皮塞塞好錐形瓶後以水平方向搖動。
- (3) 經過3分鐘後，如浸過清水的試紙境界部份變藍色時，表示試樣中含亞硫酸鈉漂白粉。



## 參考文獻

1. 黃蔭樞 ( 1977年9月 )，食品化學，大中國圖書公司，台北。
2. 文部省 ( 1980年2月 )，高等學校用食品製造，實教出版株式會社，東京。
3. 高校家庭科學習指導研究會 ( 1977年2月 )，高校食物，實教出版株式會社，東京。
4. 小原一雄 ( 1993年 )，食品添加物的役割—食品保存以外，化學與教育，41 ( 2 )，pp. 92 ~ 94。
5. 增尾清 ( 1994年12月 )，食品添加物是什麼？子供の科學，pp. 42 ~ 45。

★