

101 年專門職業及技術人員高等考試第 2 次食品技師考試

等別：高等考試

類科：食品技師

科目：食品化學

一、請說明油脂自氧化反應 (Lipid Autoxidation) 的影響因子及抑制方法。(20 分)

【擬答】

油脂一旦與氧分子作用產生氧化作用，油脂氧化產生大量自由基(free radical)，自由基與空氣中 O_2 產生過氧化物自由基(ROO·)，一直循環反應，此一串的反应稱為自氧化作用(lipid autoxidation)。油脂的氧化作用造成分子的斷裂及重組，最後會形成短鏈的醛、酮、酸或醇類，而產生不良風味，此為油脂酸敗或油耗味(rancidity)。

(一)油脂自氧化反應的影響因子：以下因子促進油脂自氧化反應

1. 氧氣或助氧劑
2. 高溫
3. 輻射
4. 酵素
5. 金屬催化劑
6. 活性水
7. 脂肪酸不飽和態程度

(二)油脂自氧化反應的抑制方法：以下方法抑制油脂自氧化反應

1. 降低含氧量，已脫氧、真空、充氮抑制油脂自氧化反應
2. 降低溫度，低溫儲存
3. 降低活性水到 $A_w 0.3$
4. 添加金屬螯合物
5. 抗氧化劑

二、請說明梅納反應 (Maillard Reaction) 的影響因子及抑制方法。(20 分)

【擬答】

還原糖的羰基(carbonyl group)和蛋白質上的一級胺基 (primary amino group) 進行非酵素性縮合反應，而產生高等糖化終產物 (advanced glycation end products, AGEs)，它會使蛋白質產生褐色。非酵素性糖化反應，也稱為梅納反應。在人及動物體內的糖尿病併發症和一些老化疾病，均與梅納反應有關。

(一)梅納反應的影響因子：數種影響梅納反應的因子

1. 溫度：一般而言，溫度每增高 $10^{\circ}C$ 梅納反應率增加一倍，低溫減緩反應。
2. pH 值：梅納反應最適當 pH 值在鹼性。
3. 水活性 A_w ：水活性大則反應快， A_w 在 0.8 反應最快，在 0.4 以下反應慢。
4. 輻射：輻射使得還原糖的羰基增加，加速反應，可以深色包裝與儲存在陰暗處而降低反應。
5. 真空與充氮與否：影響反應
6. 酵素作用：因為酵素反應，伴隨梅納反應是否進行。

(二)梅納反應的抑制方法

1. 降低溫度
2. 降低 pH 值
3. 降低水活性 A_w
4. 避光
5. 真空與充氮包裝

6. 酵素反應如葡萄糖氧化酶，產生糖酸而無法梅納反應

7. 化學抑制劑：

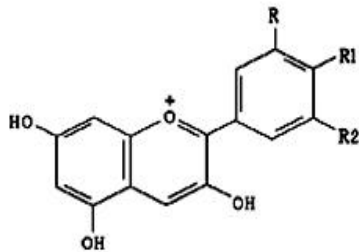
- (1)亞硫酸鹽 (2)硫醇 (3)鈣鹽 (4)阿斯匹林：與糖類競爭蛋白質的胺基端
- (5)氨基胍 (aminoguanidine)：可防止高等糖化終產物所引起的交聯及螢光物質產生的有效抑制劑
- (6)金屬螯合物 (metal chelators) (7)抗氧化劑 (antioxidant)
- (8)thiazolidine 衍生物，為一種低血糖的藥劑
- (9)抑制 N-ε-(羧基甲基)離胺酸的自體抗體，自體抗體是一種會抵制梅納反應的高等糖化終產物的物質。

三、荔枝果皮容易紅變黑，蝦蟹煮熟外殼會變紅，請就花青素及類胡蘿蔔素的結構變化說明其變色機制。(20分)

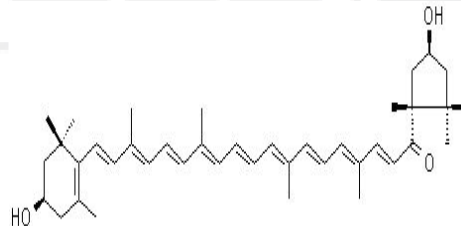
【擬答】

1. 多酚氧化酶(PPO)、過氧化物酶(POD)廣泛存在果肉果皮中，多酚氧化酶、過氧化物酶是引起水果、蔬菜發生酵素褐變的主要酵素。在果蔬組織受到傷害的情況下(破壞了氧化還原偶聯反應的平衡)，使得原來彼此隔離的酚類化合物(如花青素、胡蘿蔔素等)和多酚氧化酶、過氧化物酶相互接觸、在氧的參與下(由傷口進入)，酚類化合物就氧化形成醌類化合物，再氧化形成褐色素或黑色素，導致荔枝果皮容易紅變黑的褐變現象的發生。
2. 蝦和蟹甲殼中雖有各種不同的色素細胞，但以含有蝦紅素等類胡蘿蔔素的色素細胞為多。經過蒸煮的蝦蟹，它們的身體變成橘紅色，這是因為大部分色素在高溫下遭到破壞發生了分解，唯獨蝦紅素沒有遭到破壞就呈現出橘紅色。

(1)花青素結構



(2)類胡蘿蔔素的結構



由於氧化酵素催化，使的多元酚(-OH)被氧化成羰基化合物(=O)，最後被轉化成黑色素(melanin)。此外，也因酸、熱、微生物發酵而脫色褐變。

四、請任舉一甜味物質的結構說明味蕾接受器上 AH-BX 相關位置的甜味顯現機制。(20分)

【擬答】

以甜味的胍基增甜劑阿斯巴甜為例，它是有甜味物質，比蔗糖甜度高出 180 倍。阿斯巴甜結合到味蕾接受器上 AH-BX 相關位置，進而產生甜味。

AH-BX 系統：甜味物質含有 AH、B、X 基團，H 所代表的是一個酸性氫離子而 A 以及 B 則各是代表著具有較高電負度的原子，X 則是疏水性基團；且 A 和 B 之間的距離經過測量之後為 0.3 nm。在此一系統理論中，AH 有可能是一氫氧基(-OH)或是氫氨基(-NH)，而 B 則可能是 COOH、SO₃H、SO₂ 中的氧原子或是 CN 中的氮離子甚至有可能是一鹵素的存在，X 可能是 CH₂-、-CH₃、-C₆H₅ 等。X-B 距離 0.314 nm，而 X-AH 距離 0.525 nm。

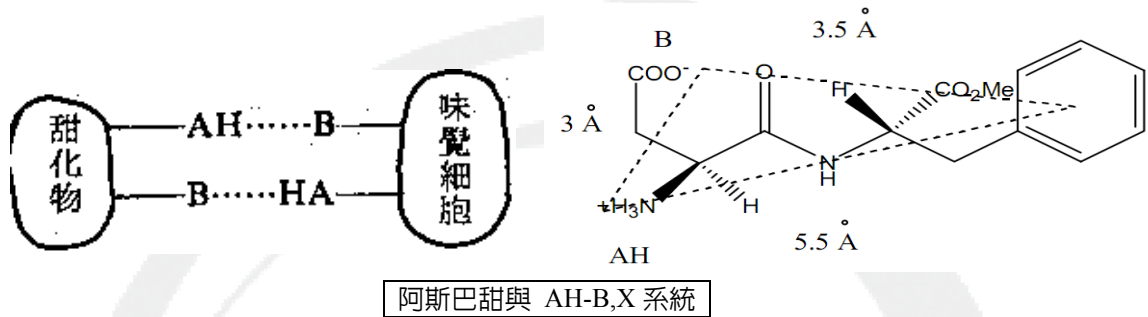
AH：提供氫鍵和受器接合的位置。

B：和受器形成離子鍵的 anion group。

X：提供凡得瓦爾力以及增加疏水基疏水基之間的作用力。

擁有此 AH-BX 結構的分子，能夠藉由所產生的兩個氫鍵級疏水鍵結與味蕾上甜味受器成三角型結合，疏水基團能夠協助先前所提出的 AH-B 系統去和受器作用，加深它們之間的吸引力進而產生更強的甜味。

甜味物質 AH 基團與味蕾接受器上 Br 結合，甜味物質 B 基團與味蕾接受器上 HA 結合，甜味物質 X 基團與味蕾接受器上疏水區結合，形成 AH-B,X 系統。



五、請舉例說明下列成分、作用或反應：(每小題 4 分，共 20 分)

- (一) 焦糖化反應 (Caramelization)
- (二) 脂肪加氧酶 (Lipoxygenase)
- (三) 益生菌 (Prebiotics)
- (四) 蛋白質之變性作用 (Protein Denaturation)
- (五) 糊化澱粉的回凝 (Retrogradation)

【擬答】

(一) 焦糖化反應 (Caramelization)

醣類尤其是單醣在沒有胺基化合物存在的情況下，加熱到熔點以上的高溫（一般是 140-170°C 以上）時，因糖發生脫水與降解而發生褐變反應，這種反應稱為焦糖化反應，又稱卡拉密爾作用 (caramelization)。焦糖化反應在酸、鹼條件下均可進行，但速度不同，如在 pH8 時要比 pH5.9 時快 10 倍。

(二) 脂肪加氧酶 (Lipoxygenase)

脂加氧酶 LOX 是一類含鐵酶家族，催化脂類中含有 cis,cis-1,4-戊二烯結構的多不飽和脂肪酸的雙加氧化。主要催化以下過程：脂肪酸 + O₂ → 脂肪酸過氧化氫物。脂加氧酶存在於植物、動物與真菌之中。

(三) 益生菌 (Prebiotics)

指的是可以促進腸道菌種平衡的物質或微生物，而乳酸菌可說是益生菌中的代表。益生菌是一個通用的名詞，只要是一些微生物、對人體有益的菌種，都可以稱之為益生菌。

益生菌的 3 大作用：(1) 抑制壞菌功能 (2) 調整腸胃道免疫功能 (3) 幫助消化功能

(四) 蛋白質之變性作用 (Protein Denaturation)

天然的蛋白質都有其固定的構造與形狀，當在某些處理之後，會產生一些物理或化學變化，稱之為變性 (denaturation)。主要是二、三、四級之立體結構的改變，而一級結構的胜肽鍵之斷裂或改變則不屬於變性。造成蛋白質變性的原因有物理性：加熱、冷凍、高速攪拌、高壓、輻射照射。化學性：酸、鹼、重金屬離子、有機溶劑、尿素、界面活性劑。

蛋白質變性的結果可能是：黏度增加、溶解度降低、胜肽鏈更容易水解、生理活性降低、凝結或沈澱

(五) 糊化澱粉的回凝 (Retrogradation)

糊化澱粉的回凝(Retrogradation): 加熱澱粉顆粒吸水膨潤造成糊化，而糊化的澱粉在冷卻時使得纏繞現象增加，以及澱粉分子間的氫鍵形成，將許多水分子保留其中，因而形成凝膠(gel)，一旦凝膠形成後，會逐漸形成堅硬的組織，此種現象稱為糊化澱粉的回凝(retrogradation)。主要是直鏈及支鏈澱粉間的氫鍵逐漸增加，使凝膠的組織愈來愈密，而形成有組織的結晶化構造，於是組織便顯的較硬，也就是澱粉的老化。

