

# 112 年專門職業及技術人員高等考試第一次食品技師考試試題

類別：高等考試

類科：食品技師

科目：食品化學

一、請說明咖啡豆烘焙過程中玻璃轉化溫度 (Glass transition temperature,  $T_g$ ) 及型態之變化、風味形成之化學反應及影響因子。(20 分)

## 【擬答】

(一)玻璃化轉變溫度 (glass transition temperature,  $T_g$ ) 為非晶態的食品結構從玻璃態轉變成橡膠態的溫度。

(二)咖啡豆烘焙的過程中，其  $T_g$  會隨著豆類本質中所含的水分而有所變化，初始期為常溫且水分含量豐富的玻璃態進入了高溫且失去水分的橡膠狀態，高溫的橡膠狀態咖啡豆因受熱膨脹後，水分散失劇烈，進而會因水分減少又回到了玻璃態

(三)風味之行成主要是梅納反應作用與焦糖化反應

### 1. 梅納反應

(1) Reducing sugars 與 N-compounds 含氮化合物反應，形成 Diketones (buttery)、Pyrazines (earthy, roasty, nutty)、Thiazoles (roasty, popcorn-like)、Enolones (caramel-like, savory)、Thiols (sulfury, coffee-like)、Aliphatic acids 等氣味組成

(2) Strecker degradation：胺基酸與梅納反應生成的乙二酮產生的作用，進而產生 Strecker aldehydes，此為行程典型香氣物質的反應

### 2. 焦糖化反應 (Caramelization)

咖啡豆於高溫烘焙製程中，其所含之醣類直接於高溫作用產生焦糖化反應，這也是風味來源之一

二、乙醯化己二酸二澱粉 (Acetylated Distarch Adipate) 為一種化學雙修飾澱粉，請回答以下問題：

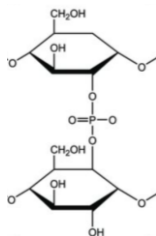
(一)請繪出以天然玉米澱粉製備此雙修飾澱粉之化學結構式。(6 分)

(二)請以連續糊液黏度圖說明此雙修飾澱粉與天然糯性玉米澱粉之差異。(10 分)

(三)請舉例說明此雙修飾澱粉於食品加工之應用及理由。(4 分)

## 【擬答】

(一) Acetylated distarch adipate 化學結構式



(二)連續糊液黏度圖可以觀察到澱粉之成糊溫度、尖峰溫度、尖峰黏度、熱糊黏度、冷糊黏度、破裂黏度和回升黏度之趨勢

雙修飾中澱粉為原料製程和天然糯性玉米澱粉，雙修飾中以玉米澱粉成糊溫度、尖峰溫度比天然糯性玉米澱粉高，尖峰黏度、熱糊黏度、冷糊黏度和破裂黏度比天然糯性玉米澱粉低，回升黏度比天然糯性玉米澱粉高。

(三)乙醯化己二酸二澱粉屬於食品添加物之粘稠劑類，具有耐長時間高溫、酸、冷凍解凍、攪拌等特性，適用於調味醬類、速食甜點、冷凍食品等應用。澱粉與醋酸酐反應而產生乙醯

基化澱粉 (starch acetate)。澱粉酯化後，澄清度增加、不易回凝且安定性增加。

三、請舉例說明下列食品中蛋白質之溶解度分類、蛋白質或胺基酸組成特性及功能性，並說明其在各類食品中之作用機制與影響功能特性之可能因子。(每小題 5 分，共 20 分)

- (一)豆干中之大豆蛋白質
- (二)小麥麵糰中之麵筋
- (三)戚風蛋糕麵糊中之雞蛋蛋白
- (四)芒果奶酪中之明膠

【擬答】

- (一)豆干中之大豆蛋白質

豆干為由豆腐再經過加壓、去除水分、調味製成的豆製品。大豆壓榨製成豆漿之後，加入凝固劑，例如鹽鹵或是石膏，促使蛋白質凝聚產生凝乳。豆漿的蛋白質多為負電，凝固劑加入溶液後，氯化鎂解離為氯離子和鎂離子，鎂離子的正電中和蛋白質的負電，產生沈澱，將沈澱以外的液體濾出後，加壓、去漿水、調味製成豆干。

- (二)小麥麵團中的麵筋

麵粉主要由麥醇溶蛋白 (gliadin) 和麥穀蛋白 (glutenin) 所組成。蛋白質具有黏性與延展性，麥醇溶蛋白為單體，利用分子內-S-S-作用，使得麵糰具有黏性；麥穀蛋白為多元體，利用分子間-S-S-作用，而具有彈性，是製麵包的重要特性。

- (三)戚風蛋糕麵糊中之雞蛋蛋白

蛋白成分於戚風蛋糕食品中所呈現之功能特性：起泡與乳化性

蛋白經打發，其蛋白質維持泡沫的結構，在泡沫中蛋白質伸展和變直，為液體和空氣的介面，成為穩定的結構型。蛋黃作用於蛋黃醬、沙拉調味醬和蛋糕的功能之一為乳化。

- (四)芒果奶酪中之明膠

明膠的主要成分為蛋白質，明膠於乾酪食品中所呈現之功能特性：凝膠性

四、脂質氧化對食品貯存品質影響重大，請說明何謂油脂自氧化作用 (autoxidation) 及光氧化作用 (photooxidation)，其影響因子為何？請以油酸為例說明其氧化反應產物。(20 分)

【擬答】

- (一)油酸 (oleic acid) 經自氧化作用 (autoxidation)

油脂自氧化作用 (auto-oxidation) 時，油脂氧化生成自由基，與空氣中的氧結合後生成過氧化物，因反應反覆進行，故稱為自氧化。自氧化所產生過氧化物分解後，生成醛類、酮類、及酸類，是造成油脂異臭的主因。

油脂自氧化作用的反應機制：油脂自氧化反應是一種自由基連鎖反應，整個反應可分為起始期 (initiation stage)、連鎖生長期 (propagation stage) 與終止期 (termination stage) 三個階段。

1. 起始期 (initiation stage)：

形成自由基 ( $R\cdot$ 、 $H\cdot$ 、 $OH\cdot$  或  $RO\cdot$ ) 階段的步驟通常較慢，為反應決定步驟，受到輻射照射、高溫、氧氣、金屬催化劑等因子的催化，將不飽和脂肪酸內移去一個氫原子，產生自由基。

2. 連鎖生長期 (propagation stage)：

此階段有更多的自由基形成，如：過氧化基 ( $ROO\cdot$ ) 及新自由基 ( $R\cdot$ )。亦可產生氫過氧化物 (hydroperoxide,  $ROOH$ )，加速自氧化反應的速率。

3. 終止期 (termination stage)：

## 公職王歷屆試題 (112 專技高考)

二個自由基相互作用，產生非自由基的產物而使反應終止。

其中一個自由基將一個氫原子轉移到另一個自由基上，形成一烷類及另一烯類，稱為不均等化反應或不對稱縮合。係二個自由基反應形成不穩定產物後，再經裂解重組。

以油酸為例，能夠產生四種同分異構氫過氧化物(hydroperoxides)。

### (二)光氧化作用(photooxidation)

油脂因光線而產生氧化反應，即稱為光氧化作用(photooxidation)。

1. 光氧化作用起始期之初需有光敏劑(photosensitizer)存在，例如葉綠素(chlorophyll)、核黃素(flavin)、肌紅素(myoglobin)等物質參與作用。
2. 光敏化作用將氧分子由二個未成對電子的三態氧(triplet state oxygen,  $^3\text{O}_2$ )轉變為不含為成對電子的單態氧(singlet state oxygen,  $^1\text{O}_2$ )，高親電性的單態氧快速作用於高電子密度的不飽和雙鍵碳上，形成反式構型的氫過氧化物，繼續裂解形成自由基，進而啟動自由基的連鎖反應。

以油酸為例，能夠產生四種同分異構氫過氧化物(hydroperoxides)。

五、請說明並繪出葉綠素及肌紅素在化學結構上的異同及加工過程中導致蔬菜及肉品色變之原因，並提出保色之作法。(20 分)

### 【擬答】

#### (一)結構之異同

1. 結構相同處：皆含有以四個 pyrrole 為基礎的 porphyrin 構造。
2. 結構相異處：
  - (1)葉綠素 porphyrin 中心為鎂離子；肌紅素的 porphyrin 中心為鐵離子。
  - (2)葉綠素為葉綠醇(phytol)結構的酯類化合物；肌紅素為複合蛋白質，蛋白質為血紅蛋白(globin)為主要結構。

#### (二)加工過程導致蔬菜與肉品色變的原因

1. 葉綠素：加工過程顏色變化的主因是脫鎂作用  
葉綠素(綠色) → 脫鎂葉綠素(褐色)
2. 肌紅素：加工過程中加熱致使肉中的蛋白質發生變性作用，鐵離子的價數改變，進而改變色澤。另肌紅素也有可能與氧結合成含氧肌紅素，與食品添加物之硝酸鹽結合反應轉變成一氧化氮肌紅素，促使肉製品加熱之後或是儲存期間，維持其固有的紅色色澤。

#### (三)如何抑制色澤改變

1. 葉綠素：要保持加工蔬果之綠色：
  - (1)殺菁(blanching)：抑制葉綠素酶之活性
  - (2)隔絕氧氣
  - (3)添加小蘇打等鹼性食品添加物，提高 pH 值
2. 肌紅素：
  - (1)添時食品添加物之硝酸鹽、亞硝酸鹽來醃製肉品，形成穩定的鮮紅色一氧化氮肌紅素或氧化肌紅素亞硝酸鹽
  - (2)生鮮肉品可以提高氧氣含量，促使肌紅素轉變為含氧肌紅素，或完全隔絕氧氣以肌紅素型態存在，維持肉品原有的紅色色澤