

# 111 年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：食品衛生檢驗

科 目：食品化學

零壹老師

一、蔬菜是飲食中硝酸鹽的最大來源，然而，坊間有隔夜菜反覆加熱可能致癌的傳言。請以食品化學的觀點來闢謠，並且說明食品中硝酸鹽的角色及相關代謝。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★★。
2. 《解題關鍵》：硝酸鹽相關代謝

## 【擬答】

(一)硝酸鹽 (nitrate;  $\text{NO}_3^-$ ) 及亞硝酸鹽 (nitrites;  $\text{NO}_2^-$ ) 皆是被植物和動物生長所利用的含氮化合物；部分也應用於無機肥料、食物保存等，作為食品添加物保色劑使用。

(二)為使肉製品呈鮮艷的紅色，在加工過程中多添加硝酸鹽（鈉或鉀）或亞硝酸鹽。硝酸鹽在細菌硝酸鹽還原酶的作用下，還原成亞硝酸鹽。亞硝酸鹽在酸性條件下會生成亞硝酸。在常溫下，也可分解產生亞硝基，此時生成的亞硝基會很快的與肌紅蛋白反應生成，穩定的、鮮艷的、亮紅色的亞硝化肌紅蛋白。故使肉可保持穩定的鮮艷，對於此類的加工製品有以下之貢獻。

1. 固定肉色。

2. 抑制細菌生長：亞硝酸鹽在肉製品中，對抑制微生物的增殖有一定的作用，可以抑制梭孢芽孢桿菌發芽。

3. 產生醃漬肉風味。

4. 具有抗氧化作用。

5. 亞硝酸鹽也是一種致癌物質，這是食安最嚴重問題。在烹調或其他條件下，肉品內的亞硝酸鹽可與胺基酸降解反應，生成有強致癌性的亞硝胺(nitrosamine)，亞硝胺是一種相當普遍及強烈毒性的致癌物質，廣泛的存在食物、煙、酒、及檳榔中，以香煙中的濃度特別高。在動物實驗中，亞硝胺有強烈肝毒性會引起肝炎、肝硬化、且會引起口腔癌、食道癌、鼻咽癌、氣管癌、肺癌、肝癌及胰臟癌等，而食物中的亞硝胺，最主要會引起腸胃道及肝臟的癌症，因此依據食品添加物使用範圍及限量暨規格標準。

二、何謂 Amadori rearrangement，並說明此反應對食品風味品質的影響。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★★。
2. 《解題關鍵》：Amadori rearrangement 對食品的影響

## 【擬答】

(一) Amadori rearrangement 發生於梅納反應之初期，還原糖與胺基酸的脫水和重排作用，羰基與胺基進行縮合作用(condensation)，形成 Schiff base，然後進行 Amadori 重排作用 (Amadori rearrangement) 形成 1-amino-1-deoxy-2-ketone 之 Amadori 重排產物。

(二)對食品風味品質的影響

1. 梅納反應早期階段產生後續的香氣及顏色生成之重要前驅物質，進行一連串的反應，包括硫化氫及氫的加成反應、醛醇縮合(aldol condensations)、脫水和環狀化。

2. 胺基酸和糖類反應的速率不同，有些胺基酸在早期階段的作用較高，有些則在後期階段。糖種類的影響，速率：五羰糖 > 六羰糖，核糖 > 木糖 > 阿拉伯糖；五羰糖僅不同於環上

OH 基的相對位置，進而影響結構的穩定性，影響它們參與梅納反應的能力。

三、請說明氧分子介入油脂氧化的形式，並解釋不同態的氧分子參與氧化之機制。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★★。

2. 《解題關鍵》：油脂氧化機制

【擬答】：

(一)油脂氧化包括了自氧化、加熱氧化、光敏氧化、酵素氧化及金屬催化氧化等。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。

(二)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·、H·、OH·或RO·)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。

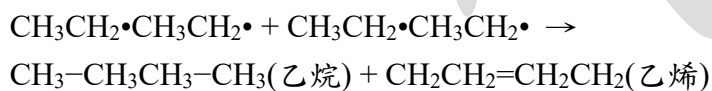
2. 連鎖延長生長期(propagation stage)：

此階段有更多的自由基形成，如：過氧化基(ROO·)及新自由基(R·)。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)：

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。

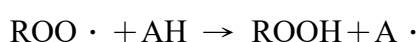
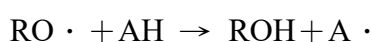
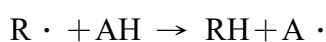


(三)以油酸為例，能夠產生四種同分異構氫過氧化物(hydroperoxides)。

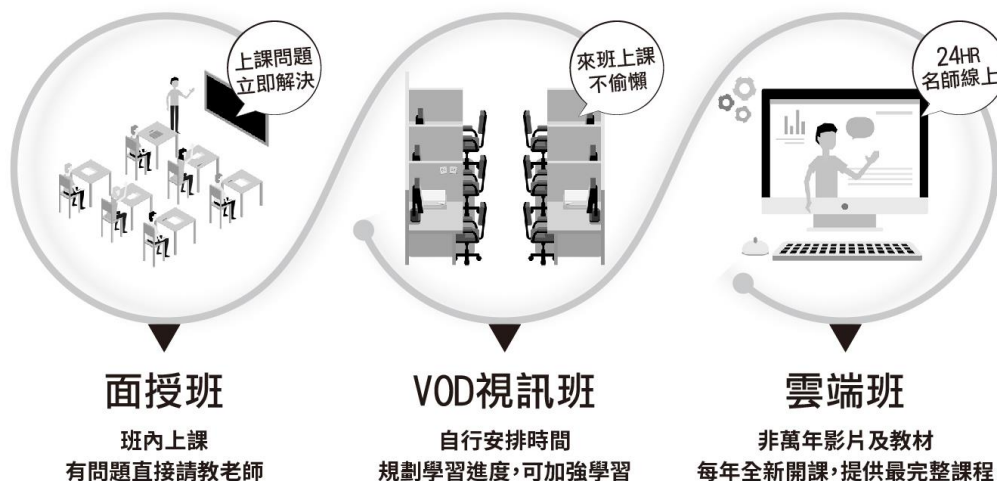
氧化反應初期若添加天然維生素 E 或檸檬酸，會中止脂質氧化的連鎖延長生長期，而添加天然維生素 E 與檸檬酸，會比同量但分開使用抗氧化劑的效果好，此種特性稱為加乘作用(synergism)。

(四)抗氧化劑抑制氧的參與反應，防止脂質自氧化。

一般抗氧化劑(AH)為氫原子供應者或自由基接受者，進行反應機制如下：



# 全方位學習好便利 **面授** + **視訊** + **線上**



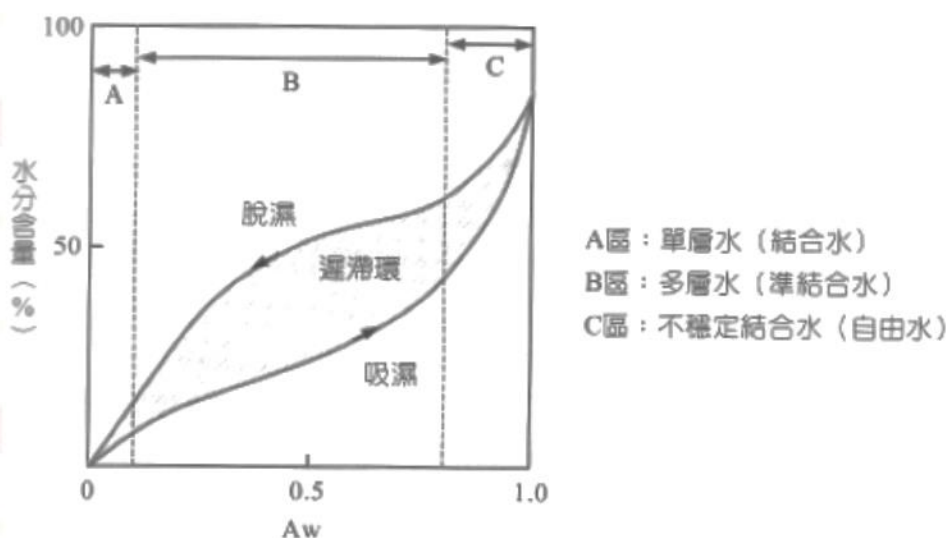
**課程內容最完整** ▶ 正規班、時事議題解析、必勝題庫班、精華總複習、考前叮嚀等完整課程規劃, 掌握年度考試全攻略

四、請以食品水分含量與水活性的關係繪製食品的等溫吸濕曲線 (moisture isotherm curve) , 並解釋為何吸濕與脫濕曲線不重疊。(20 分)

- 1. 《考題難易》：★★。
- 2. 《解題關鍵》：等溫吸濕曲線

【擬答】：

(一)定溫下, 含水率與水活性的關係, 以水活性( $A_w$ )為橫軸, 含水量(%)為縱軸所繪之倒 S 型曲線圖, 分為等溫吸濕曲線(Adsorption isotherm)和等溫脫濕曲線(Desorption isotherm)



### 第一區域

第一區域內水分子與食品結合力最強, 移動性最低。這些水分子結合在食品高極性的表面上, 即使在 $-40^{\circ}\text{C}$  也不凍結, 不能作為食品其他成分的溶劑, 無助於食品的塑化質地。第一區域水分含量之極限一般被視為「BET 單分子層吸附水含量」(BET monolayer moisture), 此含量在一般食品中小於  $0.1 \text{ g/g D.M.}$

### 第二區域

第二區域的水分代表與食品成分經由氫鍵結合的水分子, 與食品結合力比第一區域弱,

## 公職王歷屆試題 (111 高考三級)

因此，移動性比第一區域要大。能夠滲入食品組織內，對於食品質地有顯著的塑化作用(plasticization)。

在第二區域內，些許水分的增加立即對水活性有很大的影響，並可加速食品中生化反應。在高水分含量的食品中，第一區域及第二區域內水分只占食品全水量的<5%以下。

### 第三區域

第三區域的水分子可凍結，亦可作為食品成分之溶劑，並且微生物利用性也是最高，此區域水分子的物性及化性均與一般液態水相近似。

第三區域的水分子近似自由水。

在高水分含量的食品中，第三區域內水分只占食品全水量的95%以上。

- (二)食品經乾燥過程，降低水分含量稱為去吸附作用。經乾燥至較低水分含量後再吸溼至高水分含量稱為再吸收作用。當處於相同水含量時，前者之水活性低於後者，此現象稱為滯後現象(hysteresis)，原因是食品經乾燥過程至水分含量為20%時，由於結構尚未被過度破壞，此20%之水分有較多之結合水。當經乾燥至較低水分含量後，再經吸溼至水分含量20%，僅靠毛細現象吸回食品組織中之自由水多於前者。

五、油炸食品如米糰、地瓜球、魚酥等是臺灣常見的傳統點心。請說明澱粉類油炸食品調製與加熱膨發過程中多孔性質地的形成條件及可能的影響因子。(20分)

- 1.《考題難易》：★★。
- 2.《解題關鍵》：油炸食品之多孔性結構

【擬答】：

- (一)將食品放入已加熱的油脂中，利用高溫油脂的熱能，進一步油炸食品，除去水分。
- (二)形成條件為利用物體組織內所保有水分的瞬間蒸發而導致組織的膨脹現象，稱為膨發。含有某程度以上水分的食品在高壓下經高溫作用後，突然將其開放於低壓的狀態，則此時水分會瞬間蒸發，因而使食品的溫度下降至水的沸騰溫度，造成強大的蒸氣壓，撐開食品的組織，使食品原料膨發成多孔性結構。

志光  
保成  
學儒



112年 虛實整合

# 多元學習新型態

重聽OK  
旁聽OK



突破傳統上課形式 5大方式彈性又便利

| 面授學習 | 直播學習 | 在家學習 | 視訊學習 | Wifi學習 |

◆學習◆  
零時差  
同類科各班別  
皆可同步直播上課

◆服務◆  
零死角  
服務緊貼需求  
隨時掌握學習狀況



線上  
課業諮詢



老師  
申論批閱



雙師資  
雙循環



多元  
補課方式



上榜生  
經驗親授



時事  
專題講座



歷屆試題  
練習



班導師  
制度

各班服務略有不同，詳情請洽全國志光、保成、學儒門市