

103 年第一次專門職業及技術人員高等考試建築師、技師、 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、請說明蛋白質作為良好介面活性劑須具備的特性。(15 分)

【擬答】

命中特區-食品化學 A01：P.209、A02：P.94

蛋白質分子同時含有親水性和親油性基團，在油水混合液中可以擴散到油水介面，形成油水乳化液 (W/O & O/W)。蛋白質溶液與空氣混合形成泡沫。利用胛狀鏈間（包括分子內和分子間）的相互作用，形成一介面膜促進了乳化液與泡沫的形成與穩定。任何均態物質(homogenous matter)稱為相(phase)。

同一相內所有分子彼此間存在均勻的吸引力，因而，同相的分子極易相互吸引而凝聚成團。

不同相的分子不易相互吸引而不會凝聚成團。

液體與他種液體或固體接觸面所引的張力，則稱為介面張力(interface tension)；液體與氣體接觸面所引起的張力，稱為表面張力(surface tension)。

介面活性劑加入水溶液中能使表面張力降低，這是由於介面活性劑本身構造中含有親水基團(hydrophilic group)及疏水基團(hydrophobic group)，親水基部分會留在水中，而疏水基部分會突出水面排列所致。

使非極性部分進入油相（在氣-水界面則進入氣相），親水部分在水相之中（下圖），藉以減低溶液的表面或介面張力，如使油相與水相間介面張力降低，增大其接觸面積，則形成油與水混合態產生乳化液。

白質作為良好介面特性條件：(1)蛋白質為雙性離子化合物，可移動到氣-液界面與油-水界面。(2)植物性蛋白質的疏水性/親水性比值高，如大豆蛋白的疏水性/親水性比值高達 40%，適合介面活化劑。卵白蛋白的疏水性/親水性比值小於 30%，不適合作界面活化劑，但卻是好的乳化劑與起泡劑。(3)疏水性基團較多且分散者，能穩定介面膜。(4) 安定介面膜的鍵結：疏水鍵、氫鍵、靜電作用力、與部分的雙硫鍵。

二、請說明類胡蘿蔔素在加工過程中可能遭受的化學變化。(15 分)

【擬答】

命中特區-食品化學 A02：P.30

類異戊二烯與食品相關的是類胡蘿蔔素(carotenoids)。類異戊二烯是一群聚有八個異戊二烯單位結構為中心的脂溶性化合物，其終端基團結構不同。有些色素在動物體內會與蛋白質結合而形成特殊顏色，例如，蝦子紅色的還原蝦紅素在蝦殼中與蛋白質結合成藍綠色，一但加熱後，被釋出並氧化為蝦紅素，蝦殼即變回紅色。

類胡蘿蔔素因光照、氧化而引起異構化（雙鍵位置的逆/順式互換）或氧化分解的現象脂氧合酶(lipoxygenase)亦被認為是加速類胡蘿蔔素分解及異構化的原因之一。色素的氧化程度在生體內(in vivo)及生體外(in vitro)亦有差異。類胡蘿蔔素在氧氣分壓較低的情形下可作為抗氧化劑，乃因其具有清除單基態氧、羥自由基、超氧自由基及過氧化自由基之功能。但類胡蘿蔔素也有可能在不同的系統中反而變成助氧化劑。

三、請分別說明油酸(oleic acid)(C18:1)經自氧化作用(autooxidation)及亞麻油酸(linoleic acid)(C18:2) 經光敏氧化作用(photosensitized oxidation)生成氫過氧化物之途徑及可能之氫過氧化物種類。(20 分)

【擬答】

命中特區-食品化學 A01 : P.132

(一)油酸(oleic acid)(C18:1)經自氧化作用(autooxidation):

油脂氧化時生成自由基(free radical)，與空氣中的氧結合後生成過氧化物(peroxide)，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。油脂自氧化反應是一種自由基連鎖反應，整個反應可分為起始期、連鎖生長期與終止期三個階段。

以油酸為例，自氧化作用能夠產生四種同分異構氫過氧化物(hydroperoxides):

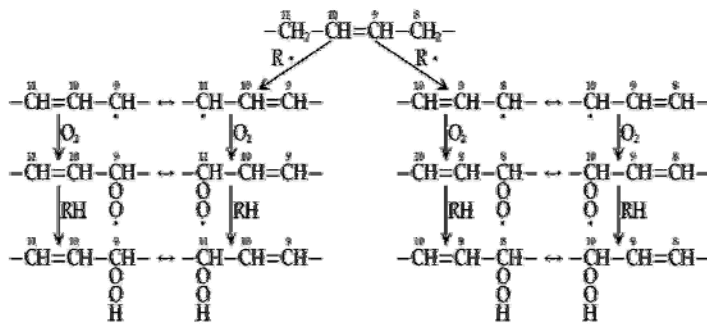
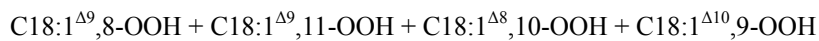
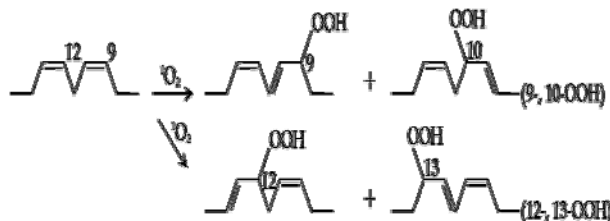
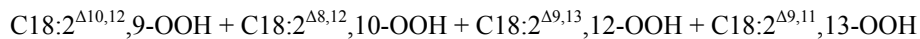


圖 3-7 自氧化反應 (以油酸為例)

命中特區-食品化學 A01 : P.136- P.137

(二)亞麻油酸(linoleic acid)(C18:2)光敏氧化作用(photosensitized oxidation):

脂質因光線而產生氧化反應，此即稱為光敏氧化作用(photooxidation)。光敏氧化反應起始之初需有光敏劑(photosensitizer)，如葉綠素(chlorophyll)、核黃素(flavin)、肌紅素(myoglobin)等物質參與作用。光敏氧化作用將氧分子由二個未成對電子的三態氧(triplet state oxygen, 3O_2)轉變為不含未成對電子的單態氧(single state oxygen, 1O_2)，高親電性的單態氧快素作用於高電子密度的不飽和雙鍵碳上，形成反式構形的氫過氧化物，此氫過氧化物裂解產生自由基，啟動自由基連鎖反應。類胡蘿蔔素及維生素E為自然界中抑制光氧化反應之有效物質。亞麻油酸光敏氧化反應產生四種同分異構氫過氧化物:



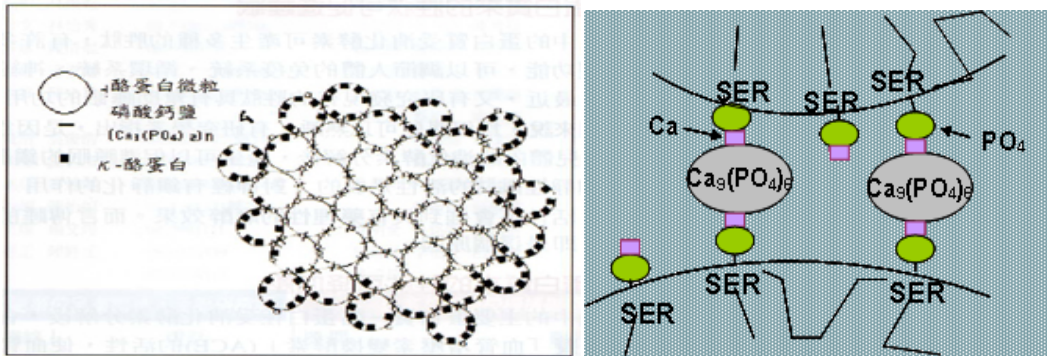
四、請說明牛乳酪蛋白(casein)的組成及繪圖說明牛乳酪蛋白之微細胞(micelle)構造。(15分)

【擬答】

命中特區-食品化學 A01：P.265、A02：P.107

(一)酪蛋白(casein)組成: 約佔牛乳蛋白質之 80%，主要包含 α_s 、 β 、 κ 及 γ 等類型，大部份的酪蛋白與鈣、無機磷酸鹽(PO_4^{2-})結合成膠質粒子存在，含有磷酸根，屬於磷蛋白。酪蛋白含有大量的脯胺酸，這些脯胺酸通常不參與有機體中的化學反應。酪蛋白也不具雙硫鍵，因此它沒有明顯的二級結構。酪氨酸呈略疏水性，在牛奶中被包覆在稱為酪蛋白微膠的囊中。酪蛋白在牛奶中帶負電，純化的酪蛋白在水中或中性鹽類溶液中均不溶，但在稀的鹼性溶液中可溶，並且也溶於草酸鈉、醋酸鈉之溶液。

(二)酪蛋白微膠粒 (casein micelle):牛乳中主要的蛋白質是酪蛋白，酪蛋白含有 1.2%的鈣，以酪蛋白化鈣和磷酸鈣鹽形成膠質狀態如圖。酪蛋白膠體粒子是由許多的酪蛋白微粒藉由磷酸鈣鹽架橋組合而成，牛乳被人體飲入之後，酪蛋白膠體粒會在胃腸道中凝集，使腸胃道的酵素可以有足夠的時間慢慢分解凝集的酪蛋白膠體粒，讓酪蛋白膠體可以充分的分解成小分子，使人體可以完全吸收。



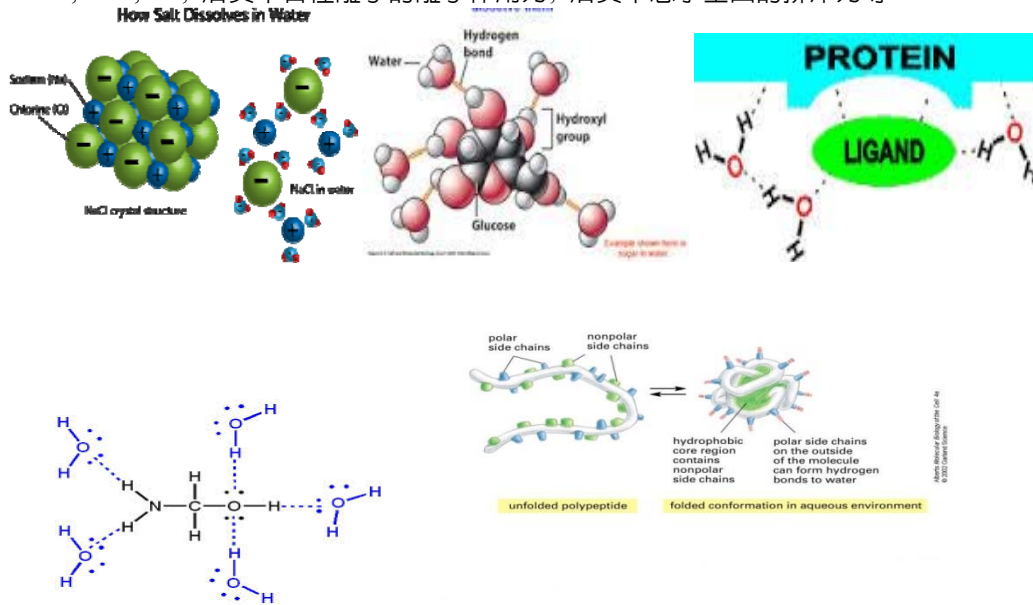
五、請輔以圖示說明水與不同性質溶質分子間之交互作用。(15分)

【擬答】

命中特區-食品化學 A01 : P.6

水與溶質的相互作用：各種水，自由水、結合水

(1)水合(hydration)通常是指水與親水性(hydrophilic)物質間結合的狀態: 氫鍵、親水作用力、靜電力、凡得瓦力。(2)保水性(water holding capacity)則通常用來定義高分子量之溶質將水分子包埋(entrap)在其結構中的現象,如多醣體凝膠或蛋白質凝膠 (gel): 氫鍵、親水作用力、靜電力、凡得瓦力。(3)水分子也會影響親水性溶質的物理結構或化學活性。疏水性溶質則與水分子作用甚少。(4)醣類-OH, -CHO, -NH₂; 蛋白質胺基酸-NH₂, -SH, -OH, -CONH₂, -NH₃⁺, -SO₃⁻, -O⁻; 溶質中各種離子的離子作用力; 溶質中忌水基團的排斥力等。



六、請寫出食品中丙醯胺(acrylamide)生成之化學反應以及加工條件對其生成之影響。(20分)

【擬答】

命中特區-食品化學 A02 : P.61- P.65

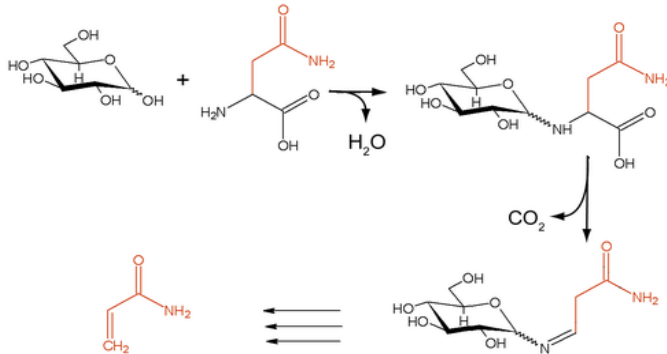
(一)丙醯胺(acrylamide)生成之化學反應

高澱粉食品經高溫油炸或燒烤，會產生高量的丙醯胺(acrylamide)，丙醯胺是公認的「人類可能的致癌物」。其路徑是食物中的天門冬醯胺酸與還原糖經梅納反應而生成。

天門冬醯胺(asparagine)為形成丙烯醯胺的主要胺基酸或前驅物；丙醯胺的三個碳骨架及醯胺上的氮原子均來自天門冬醯胺。

丙烯醯胺生成之其他可能機制包括：天門冬醯胺酸熱裂解生成丙醯胺、天門冬醯胺經氧化性脫羧反應生成丙醯胺、高溫下油脂轉變為丙烯醛進一步氧化成丙烯酸而生成丙醯胺等，蛋白質(如小麥麵筋)經高熱裂解也會形成丙醯胺。

化學反應: 1. 還原糖-CHO 或-C=O與馬鈴薯片的天門冬醯胺酸 α -NH₂形成-C=N- Schiff base。 2. -C=N-轉移到-C=N=C-Asn。 3. 裂解去除胺糖。 4. 脫羧去-CO₂而生成丙醯胺
CH₂=CH-CO-NH₂



(二)加工條件對丙醯胺生成之影響:

食品在高溫加工(100℃以上)的過程中(如：油炸、烘烤及微波等)，因為梅納反應會改變食品的香味、顏色、質地及口感等，雖可提升食品的附加價值，但亦可能會產生具致癌風險的副產物—丙醯胺(acrylamide)。該副產物之生成量會隨不同食品的成分、加熱溫度、時間等製程條件而有所不同。

除成分的影響外(降低天門冬醯胺酸含量)，丙醯胺的生成也和熱量及水分含量有關，低溫短時間及低水分含量都有助於丙烯醯胺的減量。殺菁是一種有效減少薯條丙醯胺的方法；水洗及控制pH值對降低洋芋片的丙醯胺含量是有效的方法；馬鈴薯產品添加二價或三價陽離子鹽類能有效減少丙醯胺生成。