

108 年度第一次食品技師考試

科目：食品化學

一、何謂「自由水 (free water)」？何謂「結合水 (bound water)」？自由水與結合水各有那些種類或形式？自由水與結合水對食品品質有何影響？(20 分)

【擬答】

100%出自北志聖阮籍食品化學 A01, p.6-7

(一)自由水(free water)

自由水指的是動力學上能夠自由運動的水分子，是食品中主要的水分，也稱游離水。可細分為：凝膠水、細胞間水、固體表面水。

自由水種類或形式及特性：

- 1.自由水存在實物組織空隙間，具流動性
- 2.自由水最易被微生物繁殖時利用
- 3.自由水的水活性達 0.95 或 0.98 以上
- 4.自由水的凝固點、沸點與純水非常接近
- 5.自由水可視為食品中的溶劑
- 6.是食品中酵素反應、非酵素性褐變等生化或化學反應的良好載體
- 7.食品加熱時，自由水會被蒸發去除
- 8.自由水可用離心或過濾法去除
- 9.在冷凍溫度降至 0°C 以下時，自由水會結凍成冰

自由水對食品品質影響：

將食品中自由水脫水乾燥，或者鹽漬、糖漬將自由水轉變為結合水，有利於延長食物的保存期限。

(二)結合水 (bound water)

結合水是指與食品成分中的親水性官能基(例如 -OH、=NH、-NH₂、-COOH、=C=O)以氫鍵與水結合或離子性基團(例如 -COO⁻、-NH₃⁺、Na⁺、Cl⁻)以離子鍵結結合的水分。

結合水種類或形式及特性：

- 1.結合水不能作為生化或化學反應的良好載體
- 2.結合水不能作為食品中的溶劑
- 3.結合水的水活性比純水要低
- 4.結合水無法被微生物繁殖利用
- 5.結合水的凝固點比純水要低許多
- 6.食品加熱時，結合水不易被蒸發(在 105 °C 長時間加熱則可被蒸發，因此，水分含量分析時，會計入總水分含量)
- 7.低溫冰點下，不易結冰。在 -20°C 或 -30°C 結合水也無冰晶形成。

結合水對食品品質影響：結合水之去除，使蛋白質變性，降低食品的質地、保存性等具有相當大的影響。

動物組織：8-10%結合水；蔬果類：<6%結合水；蛋白質結合水溶液：在 -35°C 不凍結；與蛋白質強烈結合的結合水：在 -70°C 仍不凍結

二、澱粉 (starch)、纖維素 (cellulose) 及幾丁質 (chitin) 都是常見重要的多醣類，請分別說明三者的化學結構及重要的理化特性。(20 分)

【擬答】

100%出自北志聖阮籍食品化學 A01, p54-64, p. 74-79

公職王歷屆試題 (108 專技高考)

多醣類(polysaccharide)是由數十個至數千個單醣所聚合而成，依其所含單醣的種類可分為同質多醣(homopolysaccharides)及異質多醣(heteropolysaccharides)

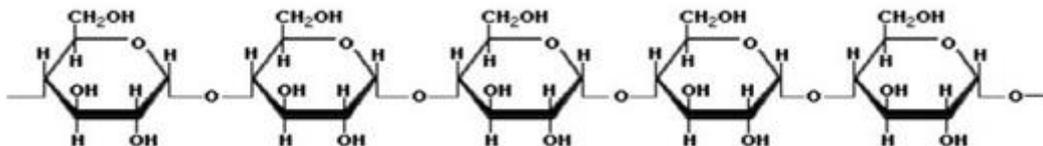
(一)澱粉 (starch)

化學結構:

澱粉是由直鏈澱粉及支鏈澱粉所組成，一般而言，直鏈澱粉約占 20~30%，而支鏈澱粉為 70~80%。**Starch structure : (a) amylose + (b) amylopectin。**

1. 直鏈澱粉 amylose :

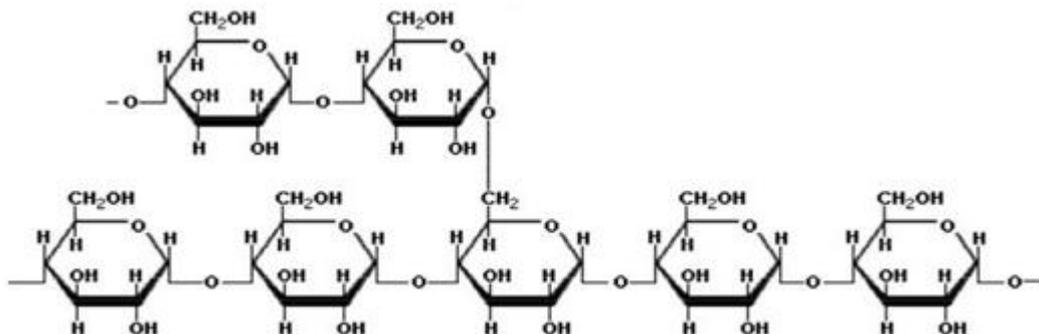
D-葡萄糖在主鏈上以 α -1,4 鍵結，分子量約為 1,000,000~2,000,000，直鏈澱粉可因分子內氫鍵而形成 α -螺旋，若此螺旋包覆碘分子會顯現出藍色。



2. 支鏈澱粉 amylopectin :

是由 D-葡萄糖所聚合而成，具有許多長分支的多醣分子，其主鏈及支鏈之直鏈部分是以 α -1,4 糖苷鍵結，分支點上支鏈與主鏈以 α -1,6 糖苷鍵結相連接，每個分支鏈長約為 20~25 葡萄糖單位。

整體非常龐大，最小的支鏈澱粉也含有 1000~1500 個葡萄糖。



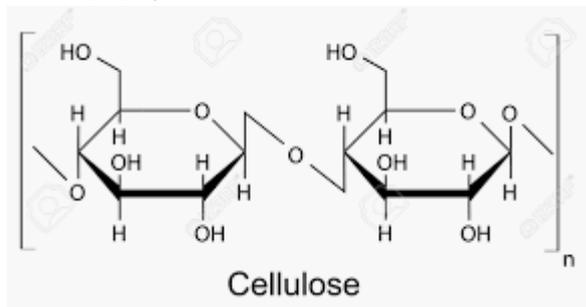
重要的物理化學特性:

1. 為同質多糖，溶解性大、黏度大、形成凝膠、無還原力。
2. 加熱水分解、加鹼分解、酵素水解。
3. 因直鏈與支鏈澱粉含量不同，稻米分成在萊米、蓬萊米與糯米。
仙米(在來米)：amylose 26-32%、amylopectin 68-74%；梗米(蓬萊米)：amylose 16-21%、amylopectin 79-84%；糯米：amylose 6-9%、amylopectin 91-94%
4. 支鏈澱粉含量越高，吸水膨脹及黏度越高；直鏈澱粉含量越高，米飯越硬。
5. 澱粉加水加熱，使澱粉顆粒膨脹，最後整個澱粉顆粒崩解成糊狀，整個過程稱為澱粉的糊化 (starch gelatinization)，俗稱 α -化。
6. 糊化澱粉若置於室溫下，或者在冰箱中冷藏，其澱粉分子間的氫鍵會繼續增加，而使得凝膠釋出水分，此稱為離水現象(syneresis)。
7. 糊化的澱粉放製一段時間，或是讓其慢慢冷卻，澱粉分子會再重新排列，溶解度及透明度下降，產生沉澱，此現象稱澱粉回凝(retrogradation)，也稱老化或 β -化。
8. 澱粉回凝為抗性澱粉，可減少糖分子降解與吸收。
9. 澱粉分子以物理、化學、或酵素法處理，賦予新特性產品，稱為修飾澱粉。修飾澱粉使用於食品系統中功用有：增稠 (thickening)、膠凍 (gelling)、結著 (binding)、黏合 (adhesive)、增量 (bulking)以及形成保護膜 (film forming) 等作用。

(二)纖維素 (cellulose)

1. 化學結構:

纖維素是由 β -D-葡萄糖所組成的多醣，透過 β -1,4-糖苷鍵 (β -1,4-glucosidic linkage) 連結而成的直鏈聚合物。值得注意的是，纖維素的結構當中幾乎不會出現分支。



2. 重要的物理化學特性:

纖維狀同質多糖，一般呈現白色無味的絲狀物，並且不溶於水、大多數有機溶劑，也不會與稀酸稀鹼反應，還不會被人體的酵素所作用。僅有強酸強鹼，或者像二硫化碳等溶劑，可以將纖維素溶解。

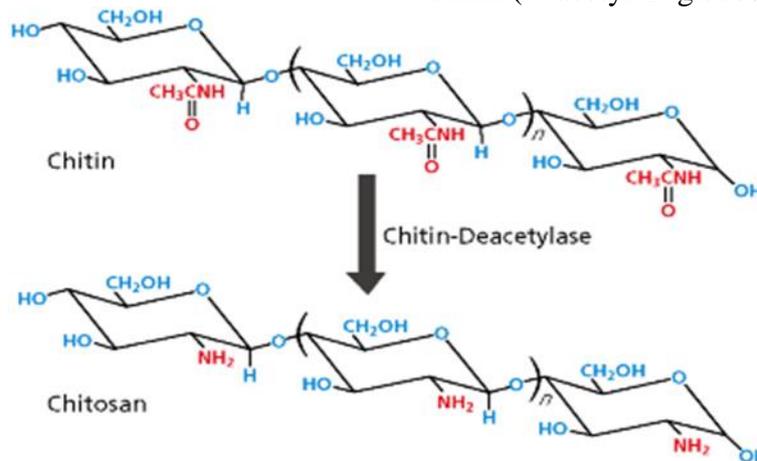
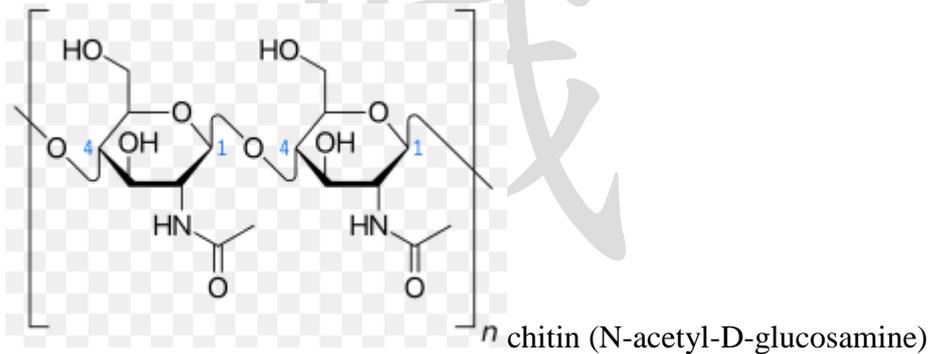
纖維素不能被人體腸道的酶所消化。纖維素具有親水性，在腸道內具有吸收水分的作用。

(三) 幾丁質 (chitin)

1. 化學結構

幾丁質又稱殼多糖、甲殼質、甲殼素等，是由 N-乙醯基-D-胺基葡萄糖或 D-胺基葡萄糖以 β -1,4 糖苷鍵連接而成的低聚合度水溶性胺基多醣，存在甲殼類動物的外殼，也存在一些黴菌的細胞壁中。

幾丁質轉為幾丁聚糖後，其溶解度增加，稱為可溶性幾丁質，其特性為分子中帶有游離胺基，在酸性溶液中容易形成鹽，呈陽離子正電性，且隨其分子中所含胺基數量的增多，其正電特性越顯著。



2. 重要的物理化學特性:

在食品工業上用為黏著劑、保濕劑、澄清劑、填充劑、乳化劑、上光劑與增稠安定劑，也可作為機能性寡醣，能降低膽固醇、提高免疫力、具抗腫瘤作用。

三、麵筋 (gluten) 主要由麥醇溶蛋白 (gliadin) 和麥穀蛋白 (glutenin) 所組成，請說明此兩種蛋白質的基本特性及對麵糰(dough)性質之影響。(20 分)

【擬答】

100%出自北志聖阮籍食品化學 A01, p 207-208, A02 p. 160-165

公職王歷屆試題 (108 專技高考)

麵筋(gluten)是由單元體的麥醇溶蛋白質 (gliadin, 包括 α -、 γ -、 ω -麥醇溶蛋白質)與多元體的麥穀蛋白質 (glutenin)所組成。麩質(Gluten)由醇溶性蛋白(gliadin)和麥穀蛋白(glutenin)結合而成,小腸的酵素只能將之分解成肽,由於分子太大,小腸無法正常吸收,便把腸壁打開,讓分子通過。過敏體質的身體,察覺到「敵人」入侵,啟動免疫系統,展開攻擊,引發乳糜瀉、類風濕關節炎,腸躁激等自體免疫疾病。

蛋白質具有黏性與延展性,是製作餅乾與麵條的加工材料。

麵粉中含有五類蛋白質:(1)白蛋白(albumin) (2)球蛋白 (glubulin) (3)醇溶白 (gliadin) (4)穀蛋白(glutenin) (5)酸溶蛋白 (mesonin),前二者水溶,後三者非水溶。

將麵粉、速發酵母粉混合均勻並將冷水倒入,採用桌上型電動攪拌器,以揉麵鉤型攪拌棒揉打,麵粉加水攪拌時,麥穀蛋白吸水膨脹,同時吸收醇溶白與酸溶蛋白,隨著攪拌進行,漸漸形成網狀的麵筋結構,即成生麵糰(dough)。生麵糰是一種溼潤、黏稠、柔軟的團狀物,以糧食或莢果碎粒作為原料,加入麵粉和少量的水混合而成。

1. 麥醇溶蛋白質為單體,平均分子量 40,000,溶於 70-90% 酒精中,利用分子內-S-S-作用,使得麵糰具有黏性,是製麵包的重要特性。發現於穀類(如小麥、黑麥等)種子的一組蛋白質混合物,分為兩大類(α/β 和 γ),其組成和性質相似,富含脯氨酸,貯存小麥種子中的大部分蛋白質。水存在時黏成一團,並使麵粉黏結形成麵團。
2. 麥穀蛋白質為多元體,分子量數十萬到數百萬,平均分子量 3,000,000。含於穀類中,為不溶於純水、中性鹽溶液、酒精,而溶於稀酸或稀鹼的蛋白質的總稱。利用分子間-S-S-作用,而具有彈性,是製麵包的重要特性。
3. 麵糰形成的鍵結:氫鍵、疏水鍵、硫氫基-雙硫鍵交換作用反應 (sulfhydryl-disulfide interchange reactions)等。

四、何謂「乳化作用 (emulsification)」?如何維持乳化系統的安定性?(20 分)

【擬答】

100%出自北志聖阮籍食品化學 A01, p 206-208, A02 p. 88-95

乳化是指將油和水混合在一起形成乳狀液的性能,在製成乳化物之前,若在其中一相加入乳化劑,可以改善乳化物的安定性。大豆蛋白質便能起到這種作用。大豆蛋白質的乳化作用,不但促進油-水型乳狀液的形成,而且一旦形成,它可以起到穩定乳狀液的作用。由於大豆蛋白質是表面活性劑,即能降低水和油的表面張力(乳化性),又能降低水和空氣的表面張力(泡沫性),易於形成乳狀液。乳化的油滴,被聚集在油滴表面的蛋白質所穩定,形成一種保護層,這個保護層,就可以防止油滴聚集和乳化狀態的破壞,促使乳化性能穩定。一般大豆分離蛋白乳化能力比濃縮蛋白大六倍。

乳化劑是一種液體製劑,指一相液體以液滴狀態分散於另一相液體中形成的非均相液體分散體系。有四種型態的乳化系統:(a) O/W (b) W/O (c) W/O/W (d) O/W/O (c,d 為多重乳化系統)。

油包水型連續相為油脂(油多,油部份連續)分散相為水溶液(水少 水以水滴型態在油中 所以為分散相)。

水包油型後者連續相為水溶液(水多,水部份連續),分散相為油脂(油少 油以水滴型態在水中 所以為分散相)。

在熱力學上,乳化液是一種不安定的狀態,乳化液所需的能量之多寡視油水界面總面積之增加量互相混合成的均質狀態。

物理上不安定性:主要包括:併合(coalescence)、絮凝(flocculation)、乳析(creaming)、沉降(sedimentation)。

化學不安定:包括氧化及水解則是常見的化學不安定。

影響乳化性質的因素:

公職王歷屆試題 (108 專技高考)

- (1) pH 值：當蛋白質到達其等電點(pI)時，溶解度下降，降低形成乳化的能力，蛋白質也無法穩定油滴表面電荷。
- (2)加熱：加熱可以降低吸附在界面之蛋白質膜黏度與硬度，降低乳化力。
- (3)離子強度：加入鹽類，使蛋白質溶入，增加蛋白質乳化容積。
- (4)低分子量界面活化劑：會破壞乳化物安定性。

因此，維持乳化系統的安定性方法：

- (1)若將油水兩相不加乳化劑劇烈搖晃，油水接觸總面積急劇增加。
- (2)藉由降低界面張力，使乳化作用易於進行。
- (3)要形成較穩定的油水兩相均勻分散共存之系統，則首先利用可降低界面張力之乳化劑來降低 ΔG ，如界面活性劑，乳化劑也是一具有親水基與親油基之界面活性分子適用於油水兩相之乳化。
- (4)親水性乳化劑分子極性部分作用較大，當與水結合產生形體障礙，則可減低油滴合併的可能性。較易形成水包油型(oil in water, O/W)乳化液。
- (5)親油性乳化劑主要是由非極性的碳氫基所形成，非極性部分的鏈愈長，界面薄膜上單位面積的分子數愈多，愈能阻止水滴的合併，較易形成油包水型(water in oil, W/O)乳化液。
- (6)親水親油性平衡 (HLB, hydrophile lipophile balance)作為乳化劑之參考，HLB 值越高，表示乳化劑的親水性越好，HLB 值越低，表示親油性越好。
- (7)控制 pH，避免在等電點 pI 進行乳化。
- (8)在低溫進行乳化。
- (9)乳化過程中，避免加入鹽類化合物。
- (10)加入界面活性劑，維持乳化系統的安定性。

五、「更性水果 (climacteric fruit)」與「非更性水果 (non-climacteric fruit)」有何不同？乙烯為一種植物荷爾蒙，請說明乙烯對蔬果的品質有何影響？ (20 分)

【擬答】

100%出自北志聖阮籍食品化學 A02, p124-127

(一)「更性水果 (climacteric fruit)」與「非更性水果 (non-climacteric fruit)」

呼吸作用產生的能量除了供應本身的生長與代謝之外，大部分以熱能方式釋放，此即呼吸作用。呼吸作用進行的速率稱為呼吸速率，以單位重量的產品在單位時間內所放出的二氧化碳毫升數 (或毫克數) ($\text{ml/kg} \cdot \text{hr}$ 或 $\text{mg/kg} \cdot \text{hr}$) 表示。水果依其呼吸速率變化，可分為更性水果 (climacteric fruit) 與非更性水果 (nonclimacteric fruit) 二類：

1. 更性水果 (climacteric fruit)：採收後的呼吸速率由高逐漸下降，但在後熟階段會有急遽上升的現象，然後再下降，此類水果稱為更性水果，如：蘋果、香蕉、番石榴、芒果及洋香瓜。更性水果的特徵是在後熟階段會有大量乙烯產生。有更性上升的現象，多肉水果在完熟過程中，呼吸速率急速上升 (色、香、味及質地 顯著變化)，接著衰老，呼吸速率開始下降。

2. 非更性水果 (nonclimacteric fruit)：採收後的呼吸速率由高逐漸下降，且無再上升現象，此種水果在成熟時呼吸速率並無顯著變化，此類水果稱為非更性水果，如：葡萄、柑橘、鳳梨、櫻桃及枇杷。

(二) 乙烯對蔬果的品質有何影響？

乙烯 (C_2H_4) 是一種以氣體形式存在且分子結構最簡單的植物荷爾蒙 (phytohormone)，影響植物的生長、分化等許多生理機制，例如：促進種子的萌發、促使植物幼苗腫脹 (swelling)、抑制植物根莖的延長 (elongation)、使植物喪失向地性 (geotropic) 而呈現橫向生長、促進開花及性別決定等。

乙烯最被關切的則是在植物老化過程的影響，包括：果實熟變、花朵及葉片的萎凋等，直接影響農作物的品質及貯存時間對農業所造成的衝擊及損失。

就植物學的觀點，乙烯是植物本身生成的氣體分子，為一種植物荷爾蒙，能影響植物的生長、發育及老化。甚至參與植物本身系統性抗病蟲害。

乙烯對蔬果品質之影響

乙烯對水果及蔬菜品質的影響包括：

1. 顏色：蔬果以乙烯處理，可加速葉綠素破壞及類胡蘿蔔素及花青素的合成。
2. 硬度：蔬菜水果的硬度經乙烯處理後會降低。
3. 組織：小黃瓜的硬度、脆度及咀嚼度隨乙烯濃度增加（至 0.5 ppm）而提高，但當乙烯濃度超過 0.5 ppm 時，上述品質會降低。
4. 維生素：以乙烯處理的綠番茄之維生素 C 含量較未處理者高。
5. 化學成分：以核果、蘋果及甜瓜為例，乙烯對其可溶性固形物及可滴定酸度無影響，但經乙烯處理的甘藍菜之蘋果酸含量較未處理者高；乙烯會加速香瓜的揮發性成分之生成量。
6. 造成蔬果異常：例如：蘋果儲存時，有時會發生果心褐變，以 6 ppm 乙烯處理會加速此現象的發生。
7. 造成蔬菜落葉：10 ppm 乙烯會增加儲藏中的甘藍菜之落葉數目。
8. 造成蔬果低溫傷害：哈密瓜冷藏前以乙烯處理可降低其對低溫的敏感性；番茄及檸檬之低溫敏感性不受乙烯處理的影響。而經乙烯處理的酪梨對低溫敏感度會增加。

職
王