



# 冷凍食品之品質與衛生問題

溫國慶

## 一、前言

冷凍食品工業為第二次世界大戰後始興起的新興食品工業之一，本國之冷凍食品工業，約自民國五十年代起，在拓展外銷市場的導向下，不斷地發展茁壯，至目前已具有相當之規模，冷凍食品工廠已達162家。根據統計，最近四年來冷凍食品之外銷情況成長相當迅速。民國七十一年外銷總額4.03億美元，至民國七十四年達8.01億美元，四年間外銷值增加了100%，平均每年成長率達25%，外銷量達22萬多噸。內銷方面，根據農委員及食品工業發展研究所的調查結果；七十三年度台北市市民每戶每月冷凍食品平均消費額是220元，佔食品消費額8,425元的2.16%，民國七十三年台北市家庭共約64萬戶，因此可推估台北市七十三年度冷凍市場約為14億元。冷凍食品是採用新鮮原料迅速經過適當的前處理後急速冷凍，再予以妥善包裝而於 $-18^{\circ}\text{C}$ 的連貫低溫條件下運送至消費地點之工業化食品，因此具有衛生、營養、美味、方便性等優點，並且具調節

市場功能，亦不受農產品地域性限制之特性，故工業先進國家均大量消費冷凍食品。以台灣現有人口1,900餘萬，每人每年冷凍食品消費量2.5公斤保守地估算（1984年美國44.9公斤，日本7.6公斤），則內銷市場起碼有5萬噸之消費量，以每公斤140元冷凍食品平均外銷單價計算，則家庭用及業務用冷凍食品起碼有70億元的內銷市場，可見是一個充滿潛力的市場。然而依據行政院衛生署藥物食品檢驗局於73年10月~74年6月間，所做的冷凍食品微生物污染調查，於全省各縣市工廠及市面上抽取需加熱調理始得供食用（包括冷凍前已加熱及未加熱處理兩類）之冷凍食品300件檢驗結果，發現有169件，不合冷凍食品衛生標準，達56.3%之多。其中生菌數超量者75件（25%），檢出大腸桿菌屬細菌者41件（13.7%），大腸桿菌者21件（7%），葡萄球菌者67件（22.3%）。由此可見，此類食品之衛生問題，值得重視。

## 二、何謂冷凍食品

見到“冷凍”一詞會令人連想到冷凍食品，冷凍魚介類，冷凍肉等，然而冷凍食品實際是將食品凍結，所以與其稱之為冷凍食品，倒不如稱凍結食品，凍結魚介類，凍結肉來得適切。不論生鮮食品，加工食品置於低溫狀態均可抑制存在於食品中之細菌，酵素之活動與作用，達防止食品腐敗、變敗，而能在某段期間內保持食品原有的品質。又食品於 $-40^{\circ}\text{C}$ 以下之低溫，且在20~30分鐘內凍結，則細胞內冰晶小，經良好的解凍後食用，風味佳。基於此，利用低溫將食品凍結。

由上述得知，冷凍食品自身並非一獨特之食品，而是在食品流通過程中降低其品溫，比一般流通之食品來得衛生，可長期保存。但若製造、加工業者，運輸、販賣業者，甚至調理人員等稍一處理不當，則冷凍食品價值盡失，不可不銘記。冷凍食品為保持品質之目的，在品質方面之定義有下述四項。

(一)需經前處理：食品材料需先行洗淨，去除不可食用部位等前處理，農產品需另行殺青以去除酵素活性。如此可實質地提高食品價值。換言之，前處理乃在於選擇品質良好之原料，經去除不可食部位的衛生處理及調理等步驟，為食品急速凍結前準備之意。

(二)急速凍結：急速凍結時，冰晶顆粒較小，對食品組織之細胞破壞亦較少。冰晶之生成依食品種類而異，一般大約在 $-1^{\circ}\text{C}$ ~ $-5^{\circ}\text{C}$ ，稱之為冰生成溫度帶。急速凍結也就是降低食品品溫，急速地通過此溫度帶之凍結方法。

(三)品溫需保持在 $-18^{\circ}\text{C}$ 以下：要長期間保持食品原有之味覺、營養、風味、香味之狀態，則需探討「品質與品溫保持時間」之關係，即所謂的 $T-TT$ （時間—溫度容許限度，Time—Temperature

Tolerance)問題，若要保存冷凍食品品質之良好狀態一年，其必要之保存溫度，依 $T-TT$ 之研究計算結果，隨食品之種類而異，某些食品需 $-25^{\circ}\text{C}$ ，有的為 $-12^{\circ}\text{C}$ ，再依這些食品類之保存溫度分布概算得知，如保存在 $-18^{\circ}\text{C}$ 則大部分食品之保存期間大約為12個月。所以很多國家將冷凍食品之保存品溫訂為 $-18^{\circ}\text{C}$ 。

(四)需施予容器包裝：此在於防止品質劣化，避免外來之衝擊及污染，特別是細菌之污染。

### 三、食品之凍結

(一)冷凍曲線：食品在進行凍結時，將其內部某一處之溫度下降之各點連結所成之曲線，謂之冷凍曲線。在冰結點以上之曲線叫冷却曲線，冰結點以下之曲線為凍結曲線。如圖1所示為水的冷凍曲線，由溫度 $t_1$ 之水，變成溫度 $t_2$ 之水之曲線。 $t_1-t_0$ 之曲線(A-B)為水之冷却， $t_0$ 為 $0^{\circ}\text{C}$ 即水的冰結點，降至B點，水開始結成冰，此時由水中取去之熱量恰為冰結所須之潛熱，故 $t_0$ 保持在 $0^{\circ}\text{C}$ ，B-C成水平直線，至全部的水結成冰後，冰之溫度再繼續下降，即成曲線C-D之部分。點D為最終溫度 $t_2$ 。

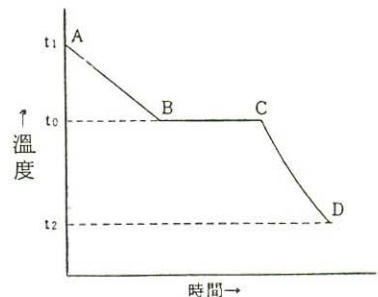


圖1 水之冷凍曲線

在溶液之情況與水稍異，其冷凍曲線如圖2所示，即B-C部分稍呈彎曲，點C之溫度為 $t_f$ ，點B之溫度為 $t_i$ ，較水之

冰結點  $t_0$  為低。又一般溶液之結冰，因只有溶液之水分結冰，殘存溶液之濃度漸次提高，冰結點隨濃度之升高下降，所以  $t_i$  以後之曲線如圖  $B-C-D$  之狀，係隨溶液之冰結點下降漸次結冰所致。

魚介類、畜肉類、蔬菜類、蛋類等水分含量較多之食品，其冷凍曲線如圖 3 所示，亦即通過最大冰結晶生成帶 ( $B-C$ ) 之時間較長，而呈平緩近似直線之曲線。

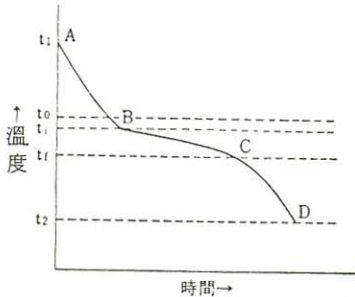


圖 2 溶液之冷凍曲線

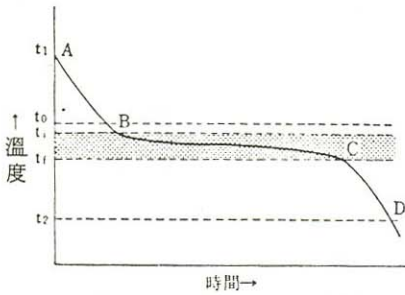


圖 3 食品之冷凍曲線

(二)最大冰結晶生成帶：依 Plank, Heiss Moran, Finn 等人以牛肉、魚肉等測定其冰結晶生成帶，其數值範圍大致相似，Finn 所測定魚肉之情形，如圖 4 所示，

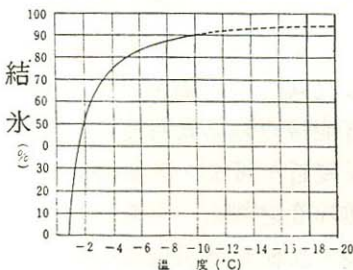


圖 4 最大冰結晶生成帶

在  $-1^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ ，大約有 80% 之水分結成冰晶，故此溫度範圍稱之為最大冰結晶生成帶。食品內之水分凍結成冰時，體積約膨脹 10%，同時變硬，因此細胞組織容易破壞。

(三)急速凍結：如果將食品自身最初之品溫謂之上限，凍結後之最終溫度為下限，一般食品之中心溫度通過上、下兩限度範圍之時間稱之凍結速度，上、下兩限界之溫度則稱之為限界溫度帶。限界溫度帶有  $5^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ ， $0^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$  之說。一般食品以冰結點  $-1^{\circ}\text{C}$  為上限， $-5^{\circ}\text{C}$  為下限。凍結速度愈快，對品質之影響愈小，最小限度之凍結速度稱之為臨界凍結速度，在魚介類一般規定為 35 分鐘。若在臨界凍結速度內凍結者，謂之急速凍結。反之，凍結過程若時間太長則食品中之水分在結冰過程形成大顆粒的冰晶，如此不但食品組織中之水分結成冰晶，連細胞中的水分亦成凍結，致使細胞膜破裂，造成食品中美味汁液的流失，失去食品原有的形態，同時水溶性營養成分大量流失而降低其營養價值。

#### 四、冷凍食品在凍結、凍藏、解凍之變化

(一)澱粉的變化：澱粉類食品在最大冰結晶生成帶  $-1^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$  之間，澱粉最易老化。澱粉之  $\alpha$  型轉變與保存之溫度有關，將麵粉糊凍結後在  $0^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$  冷藏庫貯存 2 週，其  $\alpha$  型化約  $60 \sim 65^{\circ}\text{C}$ 。

(二)蛋白質的變化：某些食品凍結後，肉蛋白質變化，肌纖維變脆易崩壞，肉質變不透明，熱後比生鮮食品者硬。某些魚肉做為煉製品原料時，因易冷凍變性，粘着性降低，製成煉製品則缺乏彈性。蛋白質之凍結變性，在  $-18^{\circ}\text{C}$  以下很少發生，而以  $-10^{\circ}\text{C}$  以上為最。蛋白質之變性，可能是肉質部內之水分凍結，無機物聚集

在肉質組織一處，此處形成無機物之濃縮而導致蛋白質之鹽析變性。另有凍藏之魚肉因脂肪分解，遊離脂肪酸量增高，或凍藏中因甲醛之生成而引起蛋白質之變性者。

(三)變色：生鮮之蔬菜常因酵素之作用而變色，如含酚類之色素因氧化或重合成新色素，此種變色可在凍結前藉加熱殺青而防止。畜肉或赤色魚肉，在凍藏中肉色變暗紅，此因 Myoglobin 或 oxymyoglobin 氧化轉變成 Metmyoglobin 所致。此種變色與保存溫度有關，一般在  $-6^{\circ}\text{C}$  左右最易變色， $-20^{\circ}\text{C}$  仍會變色，但在  $-35^{\circ}\text{C}$  以下就不會變色了。

(四)異臭：冷凍食品之異臭，以食品中脂肪之氧化為多，冷凍白烤鰻魚放出異臭時，其酸價約在 100 左右。另蛋白質發生腐敗，其揮發性鹽基態氮大多超過  $20\text{mg}\%$ 。

(五)凍燒：凍藏中食品隨着乾燥之進行，冰結晶昇華所留下之孔跡漸深及內部，由空氣所造成的氧化亦漸向食品內部進展，而產生收縮硬化 (case hardening)，伴隨着變色之現象謂之凍燒 (freeze burn)。

(六)流出液 (drip) 之生成：流出液乃是食品內部之冰晶在解凍時變成水，這些水無法完全被食品組織內部吸收而流出食品外部之汁液。此汁液流出時之通路而造成食品組織之機械損傷。再者，如食品中蛋白質、澱粉之凍結變性形成不可逆之脫水型蛋白質或澱粉而失去保水性，亦為流出液形成之因。隨流出液之流出，而使營養價值降低。流出液的發生率與食品之新鮮度、熱度、種類、形態、大小等有關，亦因前處理、凍結方法、凍藏溫度、期間、解凍方法等而異。通常原料愈新鮮、凍結速度愈快，凍藏溫度愈低、凍藏庫溫度愈小，凍藏期間愈短，流出液發生率就愈小。至於解凍方法，通常一般食肉類在低溫緩慢解凍較急速解凍之流出率為少，蔬菜

類及調理食品在熱水中急速解凍較緩慢解凍之流出率為少。

(七)細菌學的問題：食品在凍結前所附着之細菌，雖經凍結作用及凍藏仍有相當之細菌殘存，且隨各種原材料，其附着之細菌群亦異。一般中溫細菌之測定以  $37^{\circ}\text{C}$ ，48 小時培養，低溫細菌則以  $20^{\circ}\text{C}$  培養 5 日。有關凍結過程細菌之死滅率，依微生物之種類而異，其他亦與凍結速度、溫度有關。一般黴菌之孢子、細菌、酵母經急速凍結其生存率較緩慢凍結者為低，此因細胞內生成多數微細冰晶所致。凍結溫度愈低，其死滅率愈高。然解凍時，時間愈短死滅率愈高。但凍藏時，在  $-20^{\circ}\text{C}$  貯存與  $-10^{\circ}\text{C}$  比較，前者之情況下，細菌可長期間生存。由此得知，有關低溫與細菌和凍結之溫度、速度 (時間) 及解凍之速度有關，而與低溫本身無關。凍藏中之細菌群，G (+) 細菌較 G (-) 者不易死滅，細菌、黴菌之芽胞均耐凍藏，比一般細菌群不易死滅。

## 五、冷凍食品之衛生問題

冷凍食品就食品衛生觀點而言，不但需考慮生產者在製造、加工場之衛生管理、溫度管理、品質管理，連輸送配送、貯藏保管，甚至連百貨公司、超級市場、零售店、團體供膳設施等之管理，以及消費者之調理、處理等都有密切之關係。茲舉其要者簡述之。

(一) 冷凍食品無法由容器包裝之外觀判斷內容物良否：生鮮食品，零售之食品消費者可直接從其外觀，如色澤、臭味、彈性等透過官能檢查判斷其鮮度、品質，然而冷凍食品幾近不可能，若屬透明之包材或可做某種程度之判斷，但冷凍食品大多非透明包裝，即使是透明包裝；外部也印載很多事項，而無法看清內容物之現狀者居

多。

(二) 冷凍並非殺菌之方法：食品之有毒細菌及嗜冷菌之繁殖溫度帶如圖 5 所示，大概在  $-10^{\circ}\text{C}$  以下之低溫不會增殖。大腸菌等 G(-) 陰性桿菌在長期凍結狀態保存亦會慢慢死滅，曾有報告顯示，於冷凍食品凍結後隨即檢查，雖檢出大腸菌群細菌 100 個/g，但經  $-20^{\circ}\text{C}$  凍藏一年，再檢時大腸菌群却呈陰性之報告，此終究與加熱之積極殺菌手段不同。況且，若經一度解凍，冷凍食品之品溫上昇，則其生殘之微生物也會急劇地增殖。再者，微生物自身產生之毒素在凍結狀態也與常溫一樣，毒性之活性不會減低。

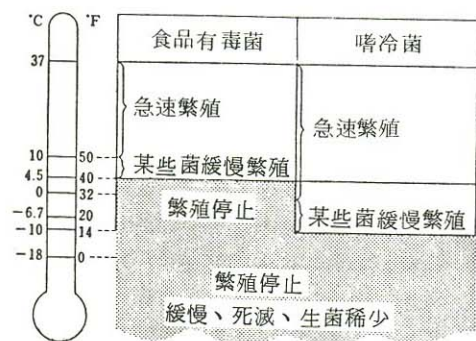


圖 5 食品有毒菌及嗜冷菌之繁殖溫度帶

(三) 冷凍食品之保管隨溫度不同細菌數會產生變化：一般冷凍食品之製造、加工場之衛生管理實施大致良好，最初之細菌數較少，但若保管、貯藏、運送、販售過程中，管理不良溫度上昇，則細菌數必然增加。又調理加工冷凍食品，也發生過因加熱不足，半解凍狀態即供食而造成食物中毒。

(四) 油脂成分含量多之冷凍食品，在凍藏中無法防止其氧化，再者，凍藏之溫度變化、光線等之影響等也會促進脂質之氧化。尤其是凍藏六個月以上者，常見其酸價、過氧化價昇高之現象。

(五) 應急性大量生產之問題：一般在正常產能下生產，因品質管理、衛生管理體制實施嚴格，但因市場大量需求時，常超過本身產能或臨時僱工或委託家庭式工廠、甚或一般家庭代工，非但無衛生、品質管理體制，專業知識衛生觀念亦淡薄，產品品質衛生自不待言。此點冷凍食品比其他類食品來得重要。以往也常見因此造成外銷退貨或食物中毒事件。

(六) 食品添加物、容器包裝問題：冷凍食品一般不必使用防腐殺菌劑等添加物，惟添加時應符合行政院衛生署所頒訂之食品添加物使用範圍及用量標準。再者，使用之容器包裝材料，亦應注意甲醛及單體之溶出等問題。

(七) 冷凍食品之標示：除與一般食品規定應行標示事項外，本類食品應特別注意標示保存方法，食用時須加熱與否。加熱後始供食用者亦須註明凍結前曾否加熱等項目。

(八) 冷凍食品之污染指標細菌：病原性細菌之污染，大部分來自人體或溫血動物之糞便。再者，可產生菌體外毒素之食物中毒細菌，易常附着於人之咽喉、鼻腔、化膿性傷口等。因此若上述之細菌，可簡單地檢出則可視之為污染指標細菌，由此考量，理想之污染指標細菌須有下述五項之條件：

1. 存在於人體及溫血動物腸管之細菌。
2. 從排出外界至其散布，均可簡單地檢出，且糞便中存在量多者。
3. 拚出外界能長期生存者。
4. 在食品中少量存在，亦可簡單且確實地檢出者。
5. 除人之腸管外亦存在於其他部位，具 2、3、4 之條件，且會產生菌體外毒素之細菌。

須符合上述條件之細菌，目前尚未查

得，但現階段均取其與此目的近似條件之細菌。腸內細菌採用大腸桿菌群細菌及大腸菌，另腸球菌亦有某些國家採用。而來

自人體且會產生菌體外毒素者，則採用葡萄球菌為污染指標細菌，至於其他之規定，請參閱表 1 所示冷凍食品衛生標準。

表 1 冷凍食品類衛生標準

類別	項目	每公克中 生菌數	大腸桿菌 屬細菌	大腸桿菌 (E Coli)	沙門氏 細菌	葡萄狀 球菌	每百公克 揮發性鹽 基態氮	性狀	食品 添加物	標示 事項	備註
冷凍鮮魚介類	介類(但冷凍生食用牡蠣及生食用魚介類除外)	三百萬以下		陰性			25mg 以下(但板鰵類應在 50mg 以下)	不得腐敗、不有敗不變、色異、臭異、味污或有物、寄生蟲。	符合食品添加物規格之定。	除標示食品衛生法所定事項外，應示下列事項： 1. 類別 2. 保存方法 3. 調理後供食者其理法。	本標準應依行政院衛生署所訂「冷凍食品類衛生檢驗法」之規定。
冷凍生食用牡蠣		五萬以下		每一百公克中最確數 230 以下	陰性	陰性	20mg 以下				
冷凍生食用魚介類		十萬以下	陰性		陰性	陰性	20mg 以下				
冷凍食用鮮肉類		三百萬以下		陰性	陰性		20mg 以下				
冷凍蔬菜類	直接供食者	十萬以下		陰性							
	需加熱調理後始得供食者	三百萬以下									
其他不需加熱調理即可供食之冷凍食品類		十萬以下	陰性		陰性	陰性					
其他需加熱調理始得供食之冷凍食品類	冷凍前已加熱處理者	十萬以下	陰性		陰性	陰性	20 mg 以下				
	冷凍前未加熱處理者	三百萬以下	陰性								

參考文獻

1. 高橋泰二：“冷凍食品衛生管理讀本”中央法規出版社，(1982)。
2. 中華民國食品工業發展委員會：“中華民國第一屆食品工業展特刊”台灣食品工業雜誌社，(1986)。
3. 行政院衛生署藥物食品檢驗局：冷凍食品衛生物污染調查報告，(1985)。

