

一般常用之粉粒體食品殺菌及微生物控制技術

郭鴻鈞

海洋大學水產食品科學系

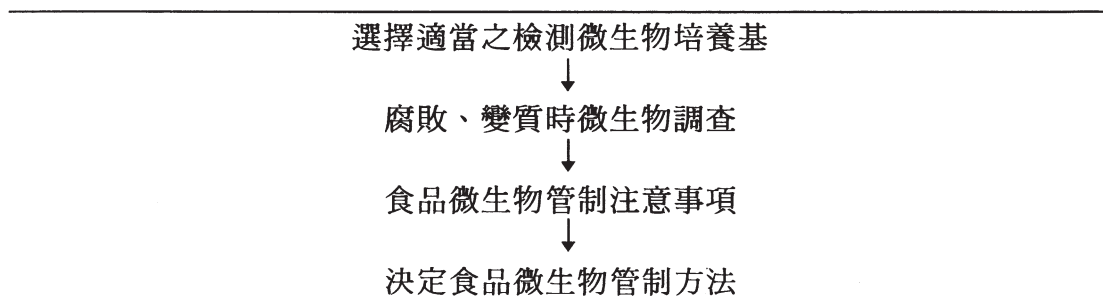
一、微生物之管理

食品的微生物管理係包括原料、製程、成品流通、販賣整體流程中，對於食物中毒菌及由微生物引起之食品變質、腐敗為對象之微生物進行管理之工作。因此在食品工廠內微生物之管理可分為「質的管理」與「廠的管理」兩大部分：

「質的管理」如表一所示係針對食品的衛生品質進行管理，首先得針對食品特性選擇適當之檢測微生物培養基，應測量腐敗、變質時微生物數量及種類，食品微生物管制注意事項，決定管制方法以確保品質。

「廠的管理」如同表二所示，是以防止原料、設備及環境、操作過程、人員等污染為主軸所發展之管理。一般食品中控制微生物之方式可利用生長之環境因子控制、或將食品中微生物去除如除菌或殺菌、或將外界微生物與食品阻絕等方式來有效進行食品中微生物之管理工作。

表一 質的管理系統



表二 廠的管理

● 教育
● 環境
● 機器設備的構造
● 機器設備的清洗與消毒
● 手洗設施
● 確認

表三 食品中微生物之控制項目與方法

環境控制	除菌	殺菌	隔離
溫度控制(低溫)	過濾 水洗	熱 誘導熱-微波、紅外線、熱	無菌 室
減少水分(濃縮)	遠心分離	阻 紫外線	包裝
去除營養成分	電氣集塵	放射線 化學殺菌劑	
調整pH			
隔絕氧氣			
滲透壓的利用			
添加防腐劑			

二、常用之粉粒體食品殺菌技術

食品或食品原料一般均採用加熱殺菌法來殺菌，如牛奶以高溫短時間殺菌法此法不僅可降低品質劣化並有效控牛奶中微生物之數量；但穀類、香辛料與乾燥粉末等粉粒體食品原料因水分含量低若以熱進行殺菌處理時則將面臨下列困難：

- 1.原料水分含量少，熱傳不易。
- 2.含水率低，熱殺菌效果不彰。
- 3.溼熱殺菌時易造食品結塊。
- 4.高溫下易造成食品香味散失、顏色變化使得品質劣變。
- 5.原料中細菌孢子含量較多殺菌不易。

6.利用微波殺菌效果不佳。

近年來消費大眾對於食品衛生之要求日愈增高，因此對於粉粒體食品原料之微生物管理已經是一件刻不容緩之事；粉粒體食品之殺菌除減少生菌數並殺死大腸菌群及病原菌等問題外，尚得防止最終成品之污染，故自原料至成品加工過程中應採逐次減少之方式進行，而其採用之方法應由熱殺菌法、冷殺菌法及除菌等各種方法組合而成。現行常用之粉粒體食品原料之殺菌方法如下表所示。

表四 粉粒體食品原料之殺菌方法

冷殺菌法：
1.化學藥劑殺菌法：a.氣體殺菌劑：環氧乙烯(EO)、環氧丙烯(PO)、臭氧(O ₃)等。
b.其他：過氧化氫、酒精、次氯酸鹽等等。
2.物理殺菌法：a.紫外線殺菌。
b.放射線殺菌：γ射線、X光、電子射線等。
熱殺菌法：
1.乾熱殺菌法：a.火焰殺菌。
b.熱空氣殺菌。
2.溼熱殺菌法：a.飽和蒸汽法(常壓)。
b.過熱蒸汽法(高壓)。
3.微波殺菌法。

a.特性：分子量44.05，燃點-57℃，沸點11℃，密度1.96g/l(20℃)可溶於水、血液、丙酮等溶液，LD₅₀=230mg/kg(老鼠)與空氣混合時易引爆因此常與CO₂或Freon 等不活性氣體混合使用。

b.特點：

優點：物品損傷少。

可有效殺滅細菌孢子及病毒，滲透性好。

缺點：殺菌時間長，成本高，毒性大，會與水生成ethyleneglycol、與氯化物生成ethylenechlorhydrin等物質。

c.影響殺菌因子：

EO 氣體濃度：EO殺菌力與氣體濃度成正比。

溫度：EO殺菌力隨溫度升高增強，一般均在55-60℃間。

溼度：最適殺菌力範圍為RH 20-40%太高或太低都會減少其殺菌力。

作用時間：殺菌力與作用時間成正比。

B.PO 氣體：作用性與EO相近，但殺菌力較EO弱，並且沸點高不易去除，但毒性較EO弱因此美國准許應用於乾果、澱粉、香辛料等食品中其殘留量為300ppm。

C.臭氧：臭氧由於具有強大氧化能力，因此很早以來就被應用於殺菌、脫色、脫臭、漂白、分解有毒物質等環境淨化強力手段，近年來食品工業對於臭氧強力殺菌及脫臭能力非常感興趣，臭氧對於一般細菌、大腸菌群、酵母菌、細菌孢子及病毒均非常有效。臭氧之殺菌作用自1892年以來及有所認知，於本世紀初期歐洲即利用臭氧作為飲料水之殺菌，近來則更廣泛用於無菌室、醫院、食品工廠之殺菌處理。

臭氧在食品工業之應用如下：

臭氧水之利用(加工、製造)、原材料之殺菌、製程中及成品殺菌、工廠內空氣殺菌、臭氧水浸漬法等。有關臭氧對於粉粒體食品之殺菌力如下圖所示，顯示臭氧只要在低濃度下就可顯現效果。粉粒體食品除了上述所使用之殺菌劑外亦可使用氯化酒精來進行，惟須注意其安全性。

表五 臭氧性質及臭氧濃度對人體之影響

性 質	無色帶金屬臭味 分子量：46.00 融 點：-193℃	臭氣敏感度：0.01ppm 氣體比重：1.65 沸 點：-110.5℃
有 害 作 用	濃度(ppm)	作 用
	0.05	顯現特有臭味
	0.06	不影響慢性肺及病患之換氣
	0.1 - 0.3	刺激鼻腔黏膜
	0.23	易引發慢性支氣管炎
	0.6 - 0.8	胸痛、呼吸困難、肺氣體交換能力降低
	1 - 2	疲勞、頭痛
	10	呼吸困難、肺水腫、昏睡狀態
	15 - 20	肺水腫甚至死亡(2小時)
	1000	幾分鐘內即死亡
容許濃度	我國：0.1ppm	日本：0.1ppm、美國：0.1ppm

表六 室內氣體殺菌方法之比較

殺菌法	滅菌		特點	容許濃度
	濃度	溫度		
臭氧	數 ppm	常溫	濃度低、排放時間短	0.1ppm
甲醛薰蒸	3000 ppm	40℃	附著性高、排氣時間長 (2-3日)	2ppm
EO 氣體薰蒸	2000 ppm	40℃	易爆炸危險性高、易殘留、附著、排氣時間長	2ppm

D. 鹵素及其化合物：此類化合物是目前食品工業中使用最多之殺菌劑其包括氯化物如次氯酸鹽、二氧化氯等。及碘化物如碘酊、碘素擔體等。此類化合物可作為粉粒體食品原料於前期處理時作為降低原料中微生物之數量使用，但不適合作為成品之殺菌用。

(2)物理殺菌：

A. 紫外線殺菌：紫外線近年來由於高效率紫外線燈(波長254nm)之發展促使工業界之興趣，但由於紫外線穿透力弱並不適合作為食品殺菌用，目前大都應用於飲用水之殺菌、物體表面之殺菌及工廠內空氣殺菌以降低空中落菌之數量。

B. 射線殺菌：此類殺菌包括：X射線、電子射線及 γ 射線等具高能量且具有強穿透力，可有效殺滅微生物，更由於不會造成食品升溫現象因此廣泛用於醫療器材、食品香辛料之殺菌並可用於穀物防止發芽等功能。近年來已有取代EO、PO氣體作為殺菌香辛料之趨勢。

a. γ 射線：目前食品工業上允許使用之放射源為鈷60與銻137兩大類。

b. 陰極(電子)射線：電子射線依使用加速器之種類不同而可得到不同之能量能量愈大穿透力愈高，但過高之能量可能導致物質產生放射性，故一般均以10MeV以下之劑量實施。

c. X射線：電子射線撞擊物質後依部份會轉變為X射線，X射線之穿透力佳殺菌力高且易於管理。

表七 各種射線之特性比較

放 射 線	γ 射 線	電 子 射 線	X 射 線
來源	放射性同位素	電子加速器	電子加速器+ X 射線產生器
劑量	1-10kGy	10^3 - 10^4 kGy	10^2 - 10^3 kGy
穿透力	大	小	大
管理	容易	容易	容易
殺菌效率	良好	較差	良好
包裝形態	最後包裝	最後包裝	最後包裝
其他	放射源管理	電源關就停止	電源關就停止

2.加熱殺菌

粉粒體食品之加熱殺菌方法依照熱源、加熱方式及與原料接觸方式可做下列分類。

表八 粉粒體食品之加熱殺菌方法

熱 源	加 熱 方 式	壓 力	原 料 狀 態
火焰	直接加熱	常壓	靜置
乾熱空氣/ 飽和水蒸汽		加壓	震動
過熱水蒸汽	間接加熱	減壓	攪拌
微波			流動
電熱			氣流
原料的摩擦熱			混合

一般常用之殺菌方法為乾熱及溼熱殺菌兩種，但乾熱殺菌無法迅速殺滅孢子而溼熱殺菌又會造成原料結塊、附著等問題。所以一個良好的熱殺菌裝置應有下列考慮：

- 原料加熱的均一性。
- 品溫迅速上升。
- 易於清除附著原料。
- 防止結塊。

- e.殺菌終了可急速冷卻。
- f.易於排除多餘之空氣與蒸汽的構造。
- g.殺菌後原料運送應有防止二次污染之裝置。

以下將就常見熱殺菌方法作一概略敘述。

- 1.乾熱空氣殺菌：乾熱空氣殺菌對於粉粒體食品殺菌效果不佳，原因為原料升溫不易，為改善此狀況可混入蒸汽以提高殺菌效率。
- 2.飽和水蒸汽(溼熱)殺菌：可迅速殺菌，惟對吸水性高之原料易產生結塊、附著等問題，此種可藉由飽和水蒸汽以噴霧方式注入並同時採用高速攪拌來防止結塊。
- 3.微波殺菌：微波是利用水分子震動產生摩擦熱，加熱方式與傳統不同。熱效率高、迅速為其優點。但粉粒體食品含水量低如穀類、香辛料含水率為10-15%故不適合以微波來殺菌。
- 4 過熱水蒸汽殺菌：過熱水蒸汽溫度較飽和水蒸汽高含水量少的特點，因此殺菌效果較乾熱法佳，且不會讓原料潮解之現象。但是熱量大因此若加熱不均勻或時間太長均易造成食品品質劣化。目前過熱水蒸汽用來作為粉粒體食品瞬間殺菌裝置有氣流式殺菌裝置(連續式)、高速攪拌式殺菌裝置(批次式)與噴射注入式殺菌裝置(連續式)。
 - a.氣流式殺菌裝置：此裝置於3－7秒之加熱即可有效減少原料中耐熱性孢子數 $10^5 - 10^6$ ／克，過熱水蒸汽壓力 $0.5 - 3\text{kg/cm}^2\text{G}$ 、溫度 $120^\circ\text{C} - 250^\circ\text{C}$ 間，可視原料性質、殺菌目的來調整加熱條件。適用於香辛料、小麥、大豆等穀類及其他粉粒狀食品，處理量可達 $300\text{kg/hr} - 1000\text{kg/hr}$ 。
 - b.高速攪拌式殺菌裝置：殺菌時間通常10－20秒，過熱水蒸汽壓力 $0 - 2\text{kg/cm}^2\text{G}$ 、溫度 $100^\circ\text{C} - 250^\circ\text{C}$ ，此法適用於單一原料大量處理或多種少量殺菌處理。
 - c.噴射注入式殺菌裝置：此裝置直徑50－100cm高度5－8米，原料由上往下落下蒸汽由底部往上噴射，此法加熱時間短品質高。

粉粒體食品用熱殺菌處理有下列困難點：

- 1.原料水分含量少，熱傳不易。
- 2.含水率低，熱殺菌效果不彰。
- 3.溼熱殺菌時易造食品結塊。
- 4.高溫下易造成食品香味散失、顏色變化使得品質劣變。
- 5.原料中細菌孢子含量較多殺菌不易。
- 6.利用微波殺菌效果不佳。

粉粒體食品原料之殺菌方法

冷殺菌法：

1.化學藥劑殺菌法：

- a.氣體殺菌劑：環氧乙烯(EO)、環氧丙烯(PO)、臭氧(O₃)等。
- b.液體殺菌劑：過氧化氫、酒精等。
- c.固體殺菌劑：次氯酸鹽等。

2.物理殺菌法：

- a.紫外線殺菌。
- b.放射線殺菌： γ 射線、X光、陰極射線等。

熱殺菌法：

①乾熱殺菌法：

- a.火焰殺菌。
- b.熱空氣殺菌。

②溼熱殺菌法：

- a.飽和蒸汽法(常壓)。
- b.過熱蒸汽法(高壓)。

3.微波殺菌法。

表一 臭氧性質及臭氧濃度對人體之影響

性質	無色帶金屬臭味 分子量：46.00 融 點：-193℃	臭氣敏感度：0.01ppm 氣體比重：1.65 沸 點：-110.5℃
有害作用	濃度(ppm)	作用
	0.05	顯現特有臭味
	0.06	不影響慢性肺及病患之換氣
	0.1 - 0.3	刺激鼻腔黏膜
	0.23	易引發慢性支氣管炎
	0.6 - 0.8	胸痛、呼吸困難、肺氣體交換能力降低
	1 - 2	疲勞、頭痛
	10	呼吸困難、肺水腫、昏睡狀態
	15 - 20	肺水腫甚至死亡(2小時)
	1000	幾分鐘內即死亡
容許濃度	我國：0.1ppm	日本：0.1ppm、美國：0.1ppm