

# 環保冷水解凍法



吳氏會德環境保基金



ISBN: 962-85138-1-8

*作者*

梁國熙 研究助理教授

梁耀彰 副教授

程永鏗 研究助理

香港大學機械工程系

林振綱 董事總經理

科技環保(香港)有限公司

*支持機構*

香港特別行政區政府環境保護署

*贊助機構*

環境及自然保育基金

吳氏會德豐環保基金

萬豪酒店

*鳴謝*

香港餐飲聯業協會

香港酒店業協會

美心集團酒樓

名氣廊

如有查詢，請聯絡香港大學機械工程系梁國熙博士。

電話: 2859 2628

傳真: 2858 5415

電郵: [mkhleung@hku.hk](mailto:mkhleung@hku.hk)

2004年12月

## 目的

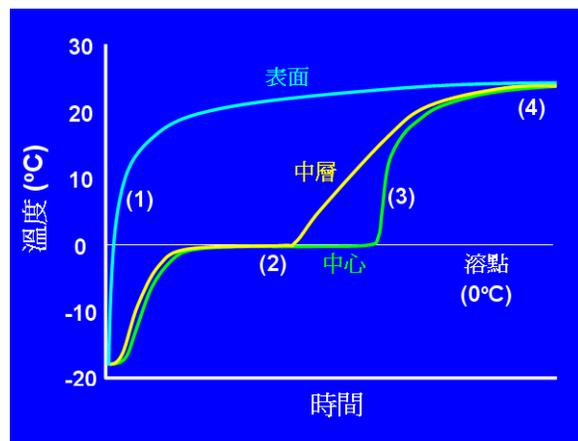
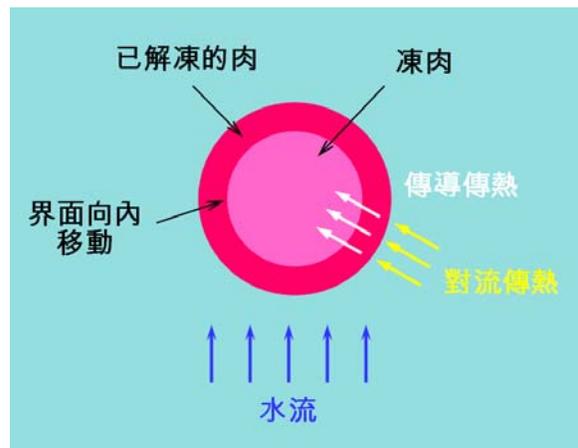
餐廳、酒店及相關行業均常使用大量流動冷水把雪藏肉塊解凍。在最近測試中發現，這冷水解凍法可加以改善，大大提高環保及經濟效益。這小冊子提供指引如何有效地使用冷水解凍法加快解凍速度，同時亦可減少用水及排污量。

## 理論

在冷水解凍過程中，兩個主要傳熱途徑是對流方式和傳導方式。凍肉表面透過對流從流水中取得熱量，然後熱能會以傳導方式傳至肉的內部。

在解凍過程中，凍肉的溫度變化如下：

- (1) 肉塊的表面很快便升至流水的溫度。
- (2) 肉塊中心的溫度上升約溶點 ( $0^{\circ}\text{C}$ ) 時，溫度將維持一段較長時間。
- (3) 當中心的溫度上升超過溶點，肉塊已完全解凍，溫度將急速上升。
- (4) 整塊肉最終會達到流水的溫度。



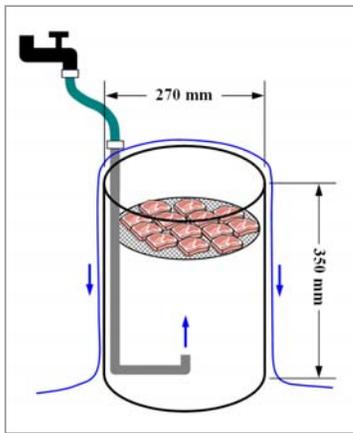
當水流量增加至某程度，再提高水流量對解凍所需時間並無明顯減少，因為這時整體傳熱主要是受傳導方式限制，而傳導傳熱量並不直接受水流量多少的影響。因此，過大水流量並不可加快解凍之速度，這只會減低冷水的解凍效率，未能善用資源和增加水費及排污費。

## 冷水解凍法推介

簡單的冷水解凍設備和程序已特別為餐廳環境而設計，水在桶內向上流，配合放置較高的凍肉，水溫層化的不良反應便可減低，增加對流傳熱量。測試結果顯示這解凍法與一般做法相比可節省 90% 耗水量、水費及排污費。

### 器材設計

- 配件(如圖示):
- 20 公升水桶 (直徑 270 mm，高 350 mm)
  - 硬身 PVC 喉管
  - 軟喉管連接 PVC 喉管與水龍頭
  - 不銹鋼網掛在水桶的上部，離水面距離約 100 mm



### 運作

1. 將水桶注滿水。
2. 從-18°C 冰箱內取出約 **2 kg** 的凍肉，請參照圖表 2 至 21 所提供的大約肉塊件數。
3. 把凍肉平均地分佈在網上，並確保凍肉是完全浸在水中。
4. 調節水流量至**每分鐘約 0.5 公升\***(相對水桶內的水速約每分鐘 9 毫米)。
5. 請參照圖表 2 至 21 所指示的解凍時間。



\*註: 調節水流量的步驟非常簡易，首先在連接軟喉管前，使用量杯和計時器來調校水龍頭手掣，達至水流量每分鐘約 0.5 公升。然後標記其手掣位置，以便日後使用。

## 大量解凍

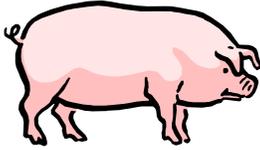
如需同時解凍較多凍肉，可使用容量較大的水桶或水缸，凍肉解凍量和水流增加幅度均與水桶直徑的平方成正比，這樣水桶內的水速可保持為每分鐘約 9 毫米。水桶的高度無需增加。請參照圖表 1 之數據。圖表 2 至 21 所指示的解凍時間同樣適用。

圖表 1. 不同尺碼的水桶可處理的凍肉解凍量及所需水流量

直徑 (mm)	最多凍肉解凍量 (kg)	所需水流量 (每分鐘多少公升)
270	2	0.5
400	4	1.1
500	7	1.7
600	10	2.5
700	13	3.4
800	18	4.4
900	22	5.6
1000	27	6.9

## 冷水解凍時間表

### 豬肉



### 排骨



大約數量:

- 200 粒

- 共重 2 kg

圖表 2. 以水溫 24°C 為根據，解凍雪藏排骨所需時間和溫度之變化

中心溫度 (°C)	中層溫度 (°C)	所需時間 (分鐘)
-18	-18	0
-10	-6	1
-8	-5	1
-6	-3	2
-4	-2	2
-2	-1	3
-1	-1	3
0	17	12
2	17	12
4	17	12

註: 2003 年 4 月至 2004 年 3 月平均水溫為 24°C

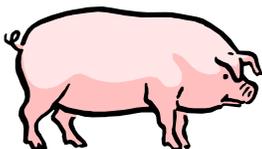
圖表 3. 在不同水溫下，完全解凍雪藏排骨之所需時間

水溫 (°C)	相對室外空氣溫度 (°C)	解凍時間 (分鐘)
10	6	23
15	13	18
20	19	14
25	25	11
30	31	10

註: 完全解凍所需時間代表肉中之溫度超過溶點(0°C)

## 冷水解凍時間表(繼續)

### 豬肉



### 豬扒



大約數量:  
- 30 塊  
- 共重 2 kg

圖表 4. 以水溫 24°C 為根據，解凍雪藏豬扒所需時間和溫度之變化

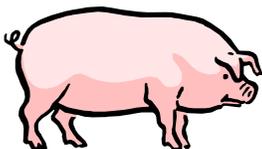
中心溫度 (°C)	中層溫度 (°C)	所需時間 (分鐘)
-18	-18	0
-10	-6	5
-8	-4	6
-6	-3	7
-4	-2	8
-2	-1	10
-1	0	11
0	17	41
2	17	41
4	17	41

圖表 5. 在不同水溫下，完全解凍雪藏豬扒之所需時間

水溫 (°C)	相對室外空氣溫度 (°C)	解凍時間 (分鐘)
10	6	84
15	13	64
20	19	49
25	25	40
30	31	36

## 冷水解凍時間表(繼續)

### 豬肉



### 大塊豬肉



大約數量:

- 2 件
- 共重 2 kg

圖表 6. 以水溫 24°C 為根據，解凍大塊雪藏豬肉所需時間和溫度之變化

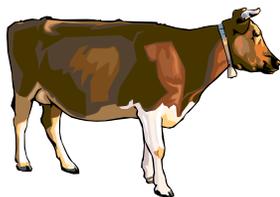
中心溫度 (°C)	中層溫度 (°C)	所需時間 (分鐘)
-18	-18	0
-10	-5	28
-8	-4	32
-6	-3	38
-4	-2	44
-2	-1	55
-1	0	65
0	18	231
2	18	231
4	18	231

圖表 7. 在不同水溫下，完全解凍大塊雪藏豬肉之所需時間

水溫 (°C)	相對室外空氣溫度 (°C)	解凍時間 (分鐘)
10	6	454
15	13	352
20	19	275
25	25	222
30	31	193

## 冷水解凍時間表(繼續)

### 牛肉



### 牛腩



大約數量:  
- 120 粒  
- 共重 2 kg

圖表 8. 以水溫 24°C 為根據，解凍雪藏牛腩所需時間和溫度之變化

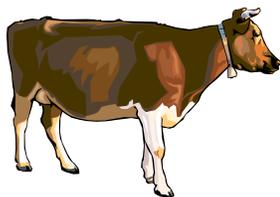
中心溫度 (°C)	中層溫度 (°C)	所需時間 (分鐘)
-18	-18	0
-10	-6	1
-8	-5	2
-6	-3	2
-4	-2	2
-2	-1	3
-1	0	3
0	17	10
2	17	10
4	17	10

圖表 9. 在不同水溫下，完全解凍雪藏牛腩之所需時間

水溫 (°C)	相對室外空氣溫度 (°C)	解凍時間 (分鐘)
10	6	19
15	13	15
20	19	12
25	25	9
30	31	8

## 冷水解凍時間表(繼續)

### 牛肉



### 牛扒



大約數量:

- 12 塊

- 共重 2 kg

圖表 10. 以水溫 24°C 為根據，解凍雪藏牛扒所需時間和溫度之變化

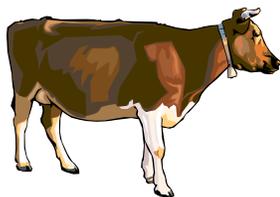
中心溫度 (°C)	中層溫度 (°C)	所需時間 (分鐘)
-18	-18	0
-10	-6	5
-8	-4	6
-6	-3	7
-4	-2	8
-2	-1	10
-1	0	12
0	17	34
2	17	34
4	17	34

圖表 11. 在不同水溫下，完全解凍雪藏牛扒之所需時間

水溫 (°C)	相對室外空氣溫度 (°C)	解凍時間 (分鐘)
10	6	68
15	13	53
20	19	41
25	25	33
30	31	29

## 冷水解凍時間表(繼續)

### 牛肉



### 大件厚身牛肉



大約數量:

- 2 件

- 共重 2 kg

圖表 12. 以水溫 24°C 為根據，解凍大塊雪藏牛肉所需時間和溫度之變化

中心溫度 (°C)	中層溫度 (°C)	所需時間 (分鐘)
-18	-18	0
-10	-5	30
-8	-4	34
-6	-3	40
-4	-2	47
-2	-1	57
-1	0	67
0	18	196
2	18	196
4	18	196

圖表 13. 在不同水溫下，完全解凍大塊雪藏牛肉之所需時間

水溫 (°C)	相對室外空氣溫度 (°C)	解凍時間 (分鐘)
10	6	384
15	13	299
20	19	234
25	25	189
30	31	164

## 冷水解凍時間表(繼續)

### 雞肉



### 雞翼



大約數量:

- 50 件

- 共重 1.7 kg

圖表 14. 以水溫 24°C 為根據，解凍雪藏雞翼所需時間和溫度之變化

中心溫度 (°C)	中層溫度 (°C)	所需時間 (分鐘)
-18	-18	0
-10	-6	1
-8	-5	2
-6	-3	2
-4	-2	2
-2	-1	3
-1	0	3
0	17	11
2	17	11
4	17	11

圖表 15. 在不同水溫下，完全解凍雪藏雞翼之所需時間

水溫 (°C)	相對室外空氣溫度 (°C)	解凍時間 (分鐘)
10	6	23
15	13	18
20	19	14
25	25	11
30	31	9

## 冷水解凍時間表(繼續)

### 雞肉



### 雞脾



大約數量:

- 30 件

- 共重 2 kg

圖表 16. 以水溫 24°C 為根據，解凍雪藏雞脾所需時間和溫度之變化

中心溫度 (°C)	中層溫度 (°C)	所需時間 (分鐘)
-18	-18	0
-10	-6	5
-8	-4	6
-6	-3	7
-4	-2	9
-2	-1	11
-1	0	13
0	17	40
2	17	40
4	17	40

圖表 17. 在不同水溫下，完全解凍雪藏雞脾之所需時間

水溫 (°C)	相對室外空氣溫度 (°C)	解凍時間 (分鐘)
10	6	84
15	13	63
20	19	48
25	25	39
30	31	34

## 冷水解凍時間表(繼續)

### 雞肉



全隻/  
內藏內臟包裝



大約數量:

- 2 隻
- 共重 2 kg

圖表 18. 以水溫 24°C 為根據，解凍全隻雪藏雞(內藏內臟包裝)所需時間和溫度之變化

內表面溫度 (°C)	中層溫度 (°C)	所需時間 (分鐘)
-18	-18	0
-10	-3	17
-8	-2	24
-6	-1	26
-4	0	33
-2	3	44
-1	6	54
0	14	99
2	15	106
4	16	115

圖表 19. 在不同水溫下，完全解凍全隻雪藏雞(內藏內臟包裝)之所需時間

水溫 (°C)	相對室外空氣溫度 (°C)	解凍時間* (分鐘)
10	6	278
15	13	202
20	19	146
25	25	109
30	31	91

\*註: "解凍時間"代表內表面溫度已超過溶點(0°C)，這時內臟包裝仍未完全解凍。

## 冷水解凍時間表(繼續)

### 雞肉



全隻雞/  
不連內臟包裝



大約數量:  
- 2 隻  
- 共重 1.7 kg

圖表 20. 以水溫 24°C 為根據，解凍全隻雪藏雞(不連內臟包裝)所需時間和溫度之變化

雞脾溫度* (°C)	中層溫度 (°C)	所需時間 (分鐘)
-18	-18	0
-10	-6	8
-8	-4	9
-6	-3	10
-4	-2	12
-2	-1	15
-1	0	18
0	18	54
2	18	54
4	18	54

\*註: 在這解凍過程，雞脾最厚部位之中心溫度是最低的。因此這溫度被用作完全解凍的指標。

圖表 21. 在不同水溫下，完全解凍全隻雪藏雞(不連內臟包裝)之所需時間

水溫 (°C)	相對室外空氣溫度 (°C)	解凍時間* (分鐘)
10	6	111
15	13	85
20	19	66
25	25	52
30	31	45

\*註: "解凍時間"代表雞脾中心溫度已超過溶點(0°C)。