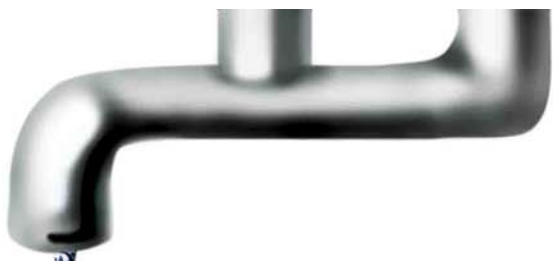


環保冷水解凍法



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

2004年12月

目的

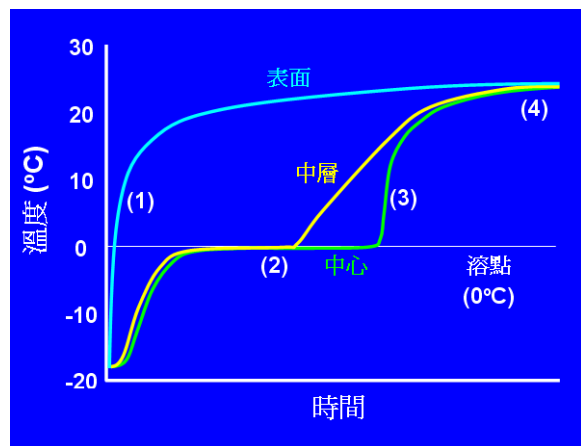
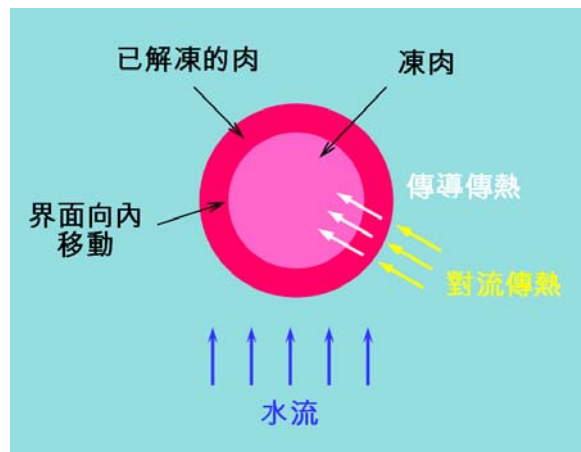
餐廳、酒店及相關行業均常使用大量流動冷水把雪藏肉塊解凍。在最近測試中發現，這冷水解凍法可加以改善，大大提高環保及經濟效益。這小冊子提供指引如何有效地使用冷水解凍法加快解凍速度，同時亦可減少用水及排污量。

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°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。



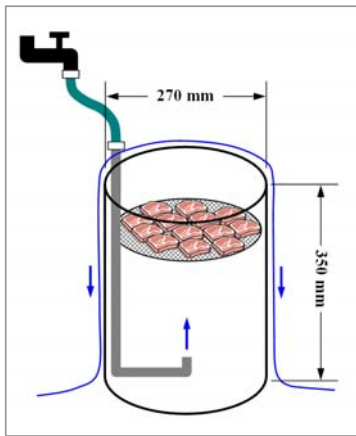
當水流量增加至某程度，再提高水流量對解凍所需時間並無明顯減少，因為這時整體傳熱主要是受傳導方式限制，而傳導傳熱量並不直接受水流量多少的影響。因此，過大水流量並不可加快解凍之速度，這只會減低冷水的解凍效率，未能善用資源和增加水費及排污費。

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

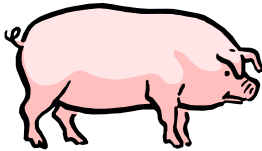
如需同時解凍較多凍肉，可使用容量較大的水桶或水缸，凍肉解凍量和水流增加幅度均與水桶直徑的平方成正比，這樣水桶內的水速可保持為每分鐘約 9 毫米。水桶的高度無需增加。請參照圖表 1 之數據。圖表 2 至 21 所指示的解凍時間同樣適用。

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

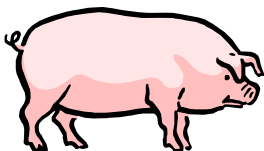
圖表 3. 在不同水溫下，完全解凍雪藏排骨之所需時間

| 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

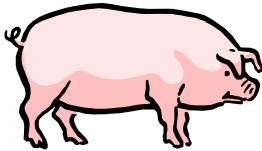
| 中心溫度 (°C) | 中層溫度 (°C) | 所需時間 (分鐘) |
|-----------|-----------|-----------|
| -18 | -18 | 0 |
| -10 | -6 | 5 |
| -8 | -4 | 6 |
| -6 | -3 | 7 |
| -4 | -2 | 8 |
| -2 | -1 | 10 |
| -1 | 0 | 11 |
| 0 | 17 | 41 |
| 2 | 17 | 41 |
| 4 | 17 | 41 |

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

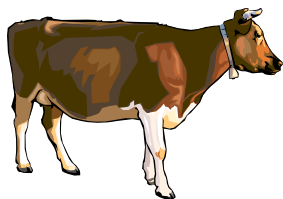
| 中心溫度 (°C) | 中層溫度 (°C) | 所需時間 (分鐘) |
|-----------|-----------|-----------|
| -18 | -18 | 0 |
| -10 | -5 | 28 |
| -8 | -4 | 32 |
| -6 | -3 | 38 |
| -4 | -2 | 44 |
| -2 | -1 | 55 |
| -1 | 0 | 65 |
| 0 | 18 | 231 |
| 2 | 18 | 231 |
| 4 | 18 | 231 |

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

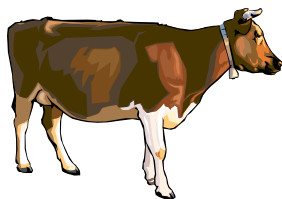
| 中心溫度 (°C) | 中層溫度 (°C) | 所需時間 (分鐘) |
|-----------|-----------|-----------|
| -18 | -18 | 0 |
| -10 | -6 | 1 |
| -8 | -5 | 2 |
| -6 | -3 | 2 |
| -4 | -2 | 2 |
| -2 | -1 | 3 |
| -1 | 0 | 3 |
| 0 | 17 | 10 |
| 2 | 17 | 10 |
| 4 | 17 | 10 |

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

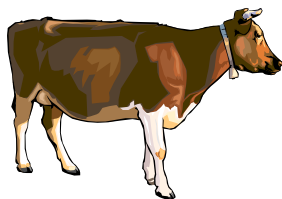
| 中心溫度 (°C) | 中層溫度 (°C) | 所需時間 (分鐘) |
|-----------|-----------|-----------|
| -18 | -18 | 0 |
| -10 | -6 | 5 |
| -8 | -4 | 6 |
| -6 | -3 | 7 |
| -4 | -2 | 8 |
| -2 | -1 | 10 |
| -1 | 0 | 12 |
| 0 | 17 | 34 |
| 2 | 17 | 34 |
| 4 | 17 | 34 |

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)。