

冷風乾燥機在水產物之加工利用—I

冷風乾燥速率

陳再發 · 蔡萬生

Utilization of Cold-air Drying on the Fish Products — I

Experiments on the Drying Rate.

Tsai-Fa Chen and Wan-Sheng Tsai

1. The drying rate of sun-light was faster than that of cold-air drying, but the cold-air drying needed less total drying period.
2. The higher temperature of the cold-air drying, the faster the drying rate was founded. when the temperature was 33°C, 28°C, 23°C and 18°C it needed 16, 20, 25 and 34 hours respectively to dry the boiled shrimp to 20% moisture content.
3. The drying rate was influenced by the air velocity. When the air velocity was 5.7, 3.8 and 1.9 m/sec, it needed 26, 30 and 40 hours respectively to dry the raw fish fillet to 40% moisture content.
4. Intermittent drying (work 8 hours then stop 4 hours) can save energy without decreasing the drying rate.

前 言

水產品之乾燥，主要係將魚介類之水分減少，防止微生物及酵素等作用所引起的變質、腐敗，以達到長期貯藏之目的。近年來隨著生活水準的提高，對於加工食品的品質如風味、復元性、嗜好性之要求有逐漸提高的趨勢。水產品的乾燥方法很多；傳統的日曬、風乾法、冷熱風機械乾燥、真空乾燥、凍結乾燥等新食品加工技術亦被利用。

以日曬之天然條件乾燥水產品，因成本低仍被廣泛的使用，但須選擇適當的地點與季節，避免蚊、蠅及鼠等的污染食品衛生與陰雨或潮濕之不良天候。然而臺灣地區溫高、潮濕多雨，仍有採用乾燥機械的必要。

冷風乾燥機是利用以冷凍機為主體，在較低溫（20~30°C）下進行除濕乾燥。可以減少脂質的氧化⁽¹⁾與蛋白質變性⁽²⁾的現象，保持成品的色澤⁽³⁾及其他成份的損失。為最近開發而普受重視之一食品乾燥機械，但本省自民國61年引進⁽⁴⁾以來，並未能大量的推廣至漁村加工業。徵結在加工業者對於冷風乾燥機之乾燥速率，適當溫度、成品品質、乾燥能力及經濟效益未能深入瞭解。故本文將一系列就冷風乾燥機在水產物加工利用上的實用性，進行基礎的探討，尋求最適當的加工條件，以配合實際的需求。

試驗材料與方法

一、試驗材料

(一)試料：

1. 厚殼蝦 (*Metapenaeopsis barbata*, red rice prawn) 大小：體長 5—7cm/尾，體重

10~16 g / 尾。

2 剝皮魚 (*Narodon Modestus*, file fish) 大小; 體長 28~36 cm / 尾, 體重 500~600 g / 尾。

(二) 冷風乾燥機:

堅裕牌, GL 小型實驗用。AC、220 V 單相, 壓縮機 1.5 HP。風扇 4 台: DC 可變速, 風速 1.0~6.0 m/sec (10~60 V 輸出電流)。溫度 12~35 °C, 可控溫差 ± 2 °C, 台車乙台, 容量 30~50 公斤。乾燥期間庫內相對濕度 35~45 %。

(三) 紅外線水分計 (YEASTEN MOISTURE METER)

二、試驗方法

(一) 試料處理:

- 1 原料蝦→水洗→去頭→煮熟→庫內乾燥。
- 2 剝皮魚→取二片肉→水洗→滴乾→庫內乾燥。

(二) 冷風乾燥:

將上供試料放於台車鋼網上, 置於冷風乾燥機庫內, 本實驗所使用的冷風乾燥的條件如下述:

- 1 在一定溫度 28 °C, 風速 3.8 m/sec, 相對濕度 35~45 % 進行 48 小時乾燥, 並與日光乾燥進行比較研究。
- 2 固定風速 3.8 m/sec 下, 進行 18 °C、23 °C、28 °C、33 °C 不同溫度對乾燥速率之影響。
- 3 一定溫度 28 °C 下, 比較不同風速 1.9 m/sec、3.8 m/sec、5.7 m/sec 對於乾燥速率之影響。
- 4 溫度 28 °C, 風速 3.8 m/sec 一定時, 比較連續乾燥 48 小時與間斷乾燥 (每乾燥 8 小時, 停止 4 小時) 兩者乾燥速率之比較。

(三) 日光乾燥條件:

將供試料放在塑膠網上, 置於室外陽光乾燥, 溫度 28~32 °C, 相對濕度 62~68 %。

(四) 水分含量之測定:

各試料每 4 小時取樣一次, 以紅外線水分計直接讀出其水分含量 (%)。

(五) 相對溫度:

以毛髮溫度計 (Thermo-Hygrömeter, Wonderg CO. L.T.D.) 測定之。

結果與討論

一、日光乾燥與冷風乾燥速率之比較

對於含水固體的乾燥, 乃因被乾燥物之種類、狀態及乾燥條件等之不同, 其乾燥機構及速率迥然有別。可自 Fig 1 明顯的看出, 蝦體小又經煮熟, 而剝皮魚肉厚且為生鮮狀態, 兩者之乾燥機構與速率相差甚大。以欲達到 20 % 含水量為例, 蝦僅需 20 小時而剝皮魚肉片則須長達 48 小時。另由 Fig 1 中可發現同種之被乾燥物, 因乾燥條件之不同, 可以比較出不論煮熟蝦或生鮮魚肉片之日光乾燥比冷風乾燥之乾燥速率略快, 日光乾燥較快之原因, 據丸一等⁵⁾ 稱在日光乾燥時魚體之品溫常高於大氣溫度 10 °C 以上, Harris 等⁶⁾ 則稱高於氣溫 5~15 °C。石神等⁷⁾ 指出溫度上升乃因吸收陽光幅射熱之故, 致使魚體之水份擴散與表面蒸發漸趨均一。日光乾燥雖溫度較高, 但乾燥速率並未比冷風乾燥產生極大差異, 推測冷風乾燥條件之相對濕度 (35~45 %), 比日光乾燥 (62~66 %) 低之影響而抵消部分效果之故。另一方面來說冷風乾燥為利用機械作用其過程乃是連續不斷的乾燥作用, 反之日光乾燥每日平均之乾燥時間僅 7~9 小時, 夜間則收回室內, 停止乾燥, 俟翌日再行作用。由 Fig 1 以蝦為例, 若欲達 24.5 % 的水分含量, 日光乾燥須花費二日 (16 小時, 但冷風乾燥僅需 18 小時, 同時由蝦之乾燥曲線上可看出, 蝦在日光乾燥至 24 % 以下, 其乾燥速率有漸入減率乾燥之趨

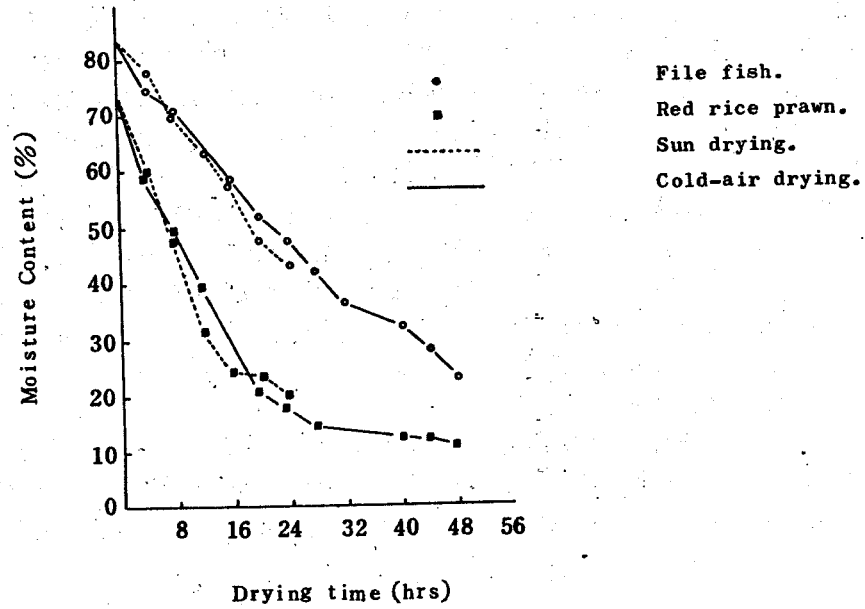


Fig.1 Comparison of drying rate of sun drying and cold-air drying.

勢，但冷風乾燥仍在恆率乾燥期中，故似乎可以說明欲達到較低水分含量之製品，冷風乾燥較日光乾燥有較佳之乾燥條件。可是在生鮮魚肉例中以冷風乾燥 48 小時後含水率降至 20 % 左右，但仍未進入減率乾燥期，須再繼續延長乾燥時間，以研究生鮮魚肉乾燥後期之乾燥速率與乾燥機構之變化情形。

二、不同乾燥溫度對於水產物乾燥速率之影響

Fig 2 為煮熟蝦在固定風速下，其在各種不同溫度之乾燥曲線圖，在圖上可看出當乾燥溫度愈高

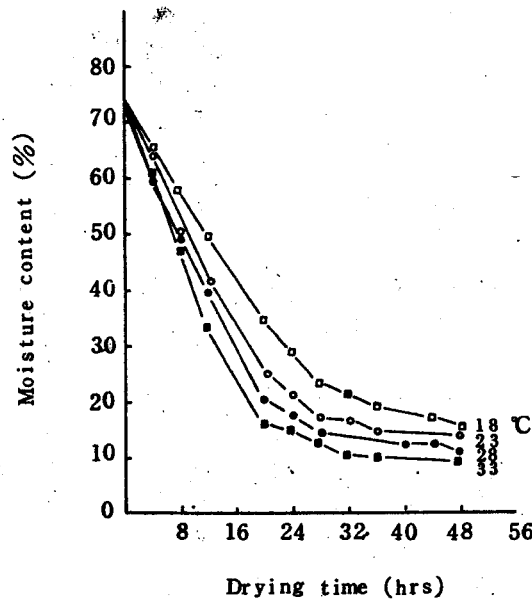


Fig.2 Drying rate of boiled shrimp at various temperature.

時，乾燥曲線初段傾斜愈大，亦即表示乾燥速率愈快，據王等⁶⁾稱當空氣溫度升高時可增加空氣單位體積之水蒸氣飽和差，同時液體的蒸氣張力變大而增加壓力降差，使乾燥速率加快。在另一方面看因被乾燥物之性狀不同，加熱溫度也有一定的限度，一般乾燥都使用限界的溫度，以防止食品品質因溫度效應所致的品質變化。石神等³⁾作魚類乾燥時稱4小時之乾燥，25℃比20℃之乾燥速率快1.1倍，但製品20℃者魚體表面比25℃有較佳的生鮮色澤，且沒有脂質滲出的現象。又依中村等²⁾之魷魚乾燥中指出45℃比30℃的蛋白質變性大，可溶性氮增多。由此可知水產物乾燥時，溫度條件之控制相當重要。在本試驗中溫度愈高，蝦壳及蝦體之蝦紅色素似乎有漸減的現象。又由圖中33℃和28℃之乾燥曲線並無極明顯的差別，可能牽涉到溫度過高時，冷風乾燥機其蒸發器的溫度在露點以上，而熱交換不佳致除濕效率降低。另外若溫度太低時蒸發器將結霜而影響到乾燥速率的降低。同時增加機器操作上的困難。故冷風乾燥溫度的決定，須就機械性能、水產品品質、乾燥速率加以研究，以找出各水產食品之最適乾燥溫度。

三、不同風速對於乾燥速率之影響

一般而言食品之乾燥，當溫度一定時，在相對濕度高時，風速愈快可以促進乾燥速率。即風速增加可減少附於被乾燥物表面空氣膜之厚度，促進表面蒸發而加速乾燥作用。但乾燥進行至某程度後，風速將助長表面硬殼之形成而降低乾燥速率。由Fig 3亦顯示風速愈大其乾燥速率愈快，其順序依次

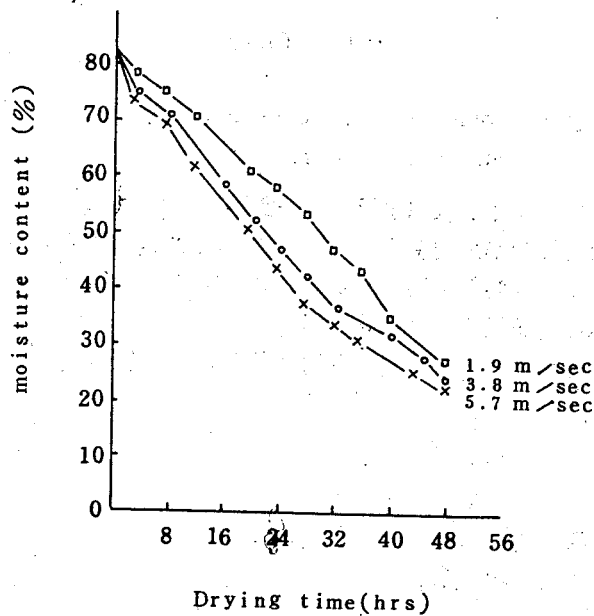


Fig.3 Drying rate of raw file fish fillet at various air velocity.

為5.7 m/sec，3.8 m/sec，1.9 m/sec，以生鮮剝皮魚肉片為例，如欲達到40%之含水率則所須之時間依次為26，30，40小時。依中村等²⁾做魷魚乾燥試驗，乾燥速率風速2.5 m/sec大於0.6 m/sec者，和本實驗的結果相同。但冷風乾燥機內送風的平均度及熱交換的問題須加以考慮，在低風速時機體內的整個系統可能因風力不足，循環不佳而影響乾燥。而在風速過高時，可能造成被乾燥物表面硬殼妨礙魚體內部的擴散或風速循環太快致使水蒸氣在蒸發器內之熱交換不完全，而影響其乾燥速率。在Fig 3上風速5.7 m/sec之乾燥曲線之乾燥速率其增加比率不若3.8 m/sec及1.9 m/sec乾燥速率之顯著。仍有待深究。但本試驗機械風速5.7 m/sec（輸入電流60 V直流）為其最

高限，不可能再提高風速研究較高風速對水產物乾燥作用之影響。

四、間斷乾燥和連續乾燥乾燥速率之比較

含水固體在進行乾燥時，一方面進行表面蒸發，一面進行內部擴散。二者同為支配各種食品乾燥速率之重要因素。一般影響表面蒸發的原因，即溫度、濕度及風速等外在條件，而影響內部擴散則為被乾燥物之化學成分組成及物理性質⁸⁾。而我們從魚肉中其化學組成及構成結合狀態，可知其乃屬於一種膠質性物質，故隨著表面的乾燥很容易形成排水及排熱性層，嚴重妨礙內部水分的擴散及蒸發，此即所謂的「表面硬化」，故為了探究醃蒸程序對魚肉乾燥之效果，乃進行間斷乾燥試驗，即將魚體乾燥 8 小時後停止機械運轉，4 小時後再行乾燥，如此交互操作至乾燥終了。並與連續不斷乾燥者比較其乾燥速率。由 Fig 4 可以很明顯的看出，欲達相同含水率（25%），間斷乾燥法有較快的乾

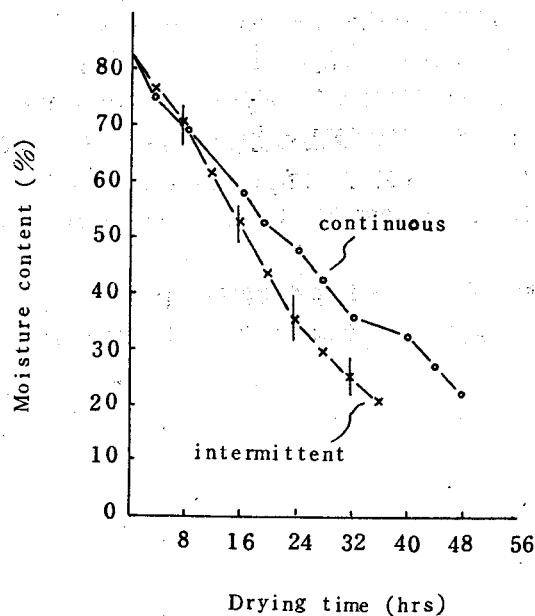


Fig.4 Comparison of drying rate between continuous drying and intermittent drying.

‡ work 8 hours then stop 4 hours.

燥速率，在整個乾燥過程上間斷乾燥可以節省機械運轉 12 小時。此和中村²⁾等使魷魚乾燥保持在恆率乾燥之作用相似。故在節省能源及加工成本上實為一可行的方法。但間斷乾燥期間庫內之相對濕度上昇，可能會發生細菌之作用而致鮮度下降，中村²⁾等指出間斷乾燥製品其蛋白質有較大的變性值。此是否由於醃蒸間隔時間間隔不佳或其他因素，仍有待進一步的研究。

摘 要

- 1 日光乾燥之乾燥速率較冷風乾燥者快，但就所需之整個乾燥期間來說，冷風乾燥所需之時間較短。
- 2 冷風乾燥之溫度影響乾燥速率，溫度越高乾燥速率越快。煮熟蝦欲達 20% 含水率，四個不同溫度 33℃，28℃，23℃，18℃，所需之乾燥時間分別為 16，20，25，34 小時。
- 3 機體的風速影響乾燥速率，風速越高乾燥速率越快，如生鮮魚肉欲達 40% 含水率時，三個不同風速 5.7 m/sec，3.8 m/sec，1.9 m/sec，所需之乾燥時間分別為 26，30，40 小時。

4. 利用間斷乾燥法（每乾燥8小時後停止4小時），在整個過程中，可以節省機械運轉之能源消耗，但不影響乾燥速率。

謝 辭

本試驗之進行，承蒙水產試驗所澎湖分所胡分所長多方照顧與指正，以及分所同仁之協助，方得以順利完成，謹此致謝。

參 考 文 獻

- (1) 陳茂松、陳聰松、鮑務瑄（1974）中國水產。263，6～10。
- (2) 中村邦典、北林邦次（1967）北海道區水產研究報告。33：125～137。
- (3) 石神次男等（1970）鹿兒島縣水產試驗場事業報告書。P. 318～323。
- (4) 陳金城（1977）六十六年水產加工技術研討會總報告，PP. 153～158。
- (5) 丸一禎藏、島津禎彥、日野佳明（1955）日水誌，21（6）：437～438。
- (6) Harris, R. S and Rarmas. E (1975) Nutrition evaluation of food processing (2nd. ed).
- (7) 石神次男等（1971）鹿兒島縣水產試驗場事業報告書，P. 329～330。
- (8) 王文政（1977）六十六年水產加工技術研討會總報告，P. 104～114。