

不同乾燥方法對磷蝦品質之影響

張浩誠、陳翌方、陳淑德*
國立宜蘭大學 食品科學系

* sdchen@niu.edu.tw

摘要

南極磷蝦 (*Euphausia superba*) 是富含油脂的海洋浮游性甲殼類動物，其油脂成分中含有大量磷脂質態的長鏈多元不飽和脂肪酸(如：DHA和EPA)，並含有豐富的蝦青素，容易被人體吸收且更具生理活性。傳統磷蝦油製程中，需先將磷蝦冷凍乾燥，避免酵素自溶作用，並去除水分降低後續對溶劑萃取的干擾，以利油脂萃取，此過程耗時費能。因此，本研究之目的為利用微波冷凍乾燥降低磷蝦乾燥時間，並評估不同乾燥方法對磷蝦品質的影響。結果顯示，冷凍、微波冷凍與55°C熱風三種乾燥方法，分別經868、40及1067 (min)可達磷蝦乾燥終點。其色相差(ΔE_{ab}*)分別為0、7.32及19.04，以熱風乾燥組的褐變最嚴重且皺縮明顯，對磷蝦外觀影響最大。磷脂含量為5.17、4.77及5.60 (%)；蝦紅素含量以總類胡蘿蔔素含量代表，分別為137.29、136.82及120.54 (μg/g d.b.)。冷凍乾燥磷蝦的DHA含量為8.59 (mg/g D. B.)略高於微波冷凍乾燥磷蝦的7.57(mg/g D. B.)。整體而言，熱風乾燥因為高溫長時間導致磷蝦的品質下降，而傳統冷凍乾燥磷蝦的外觀和有效成分含量雖較微波冷凍乾燥略佳，但製程較長且耗費能量。微波輔助可節省傳統凍乾20倍以上的乾燥時間，並節省約95%的能耗。

前言

南極磷蝦是多年生的海洋浮游甲殼類動物，含有豐富的蛋白質、脂質、礦物質及甲殼素等營養成分，是高營養價值的水產原料。近年更發現其油脂中富含磷脂質態的n-3型多元不飽和脂肪酸與蝦紅素，是目前機能性油脂市場的明日之星。南極磷蝦油的製程是先冷凍乾燥磷蝦，此可方便儲藏，且可降低酵素自溶作用及減少水分對有機溶劑萃取油脂的干擾，但傳統冷凍乾燥製程時間甚長，故本研究是藉由微波冷凍磷蝦以縮短凍乾時間及能耗，探討不同的乾燥方式對南極磷蝦品質的影響。

材料與方法

南極磷蝦

分裝50 g一袋

-20°C 冷凍

90 W微波冷凍乾燥 (MWFD) 約40 min 熱風乾燥 (HAD) (50°C) 約1067 min 冷凍乾燥 (FD) 約868 min

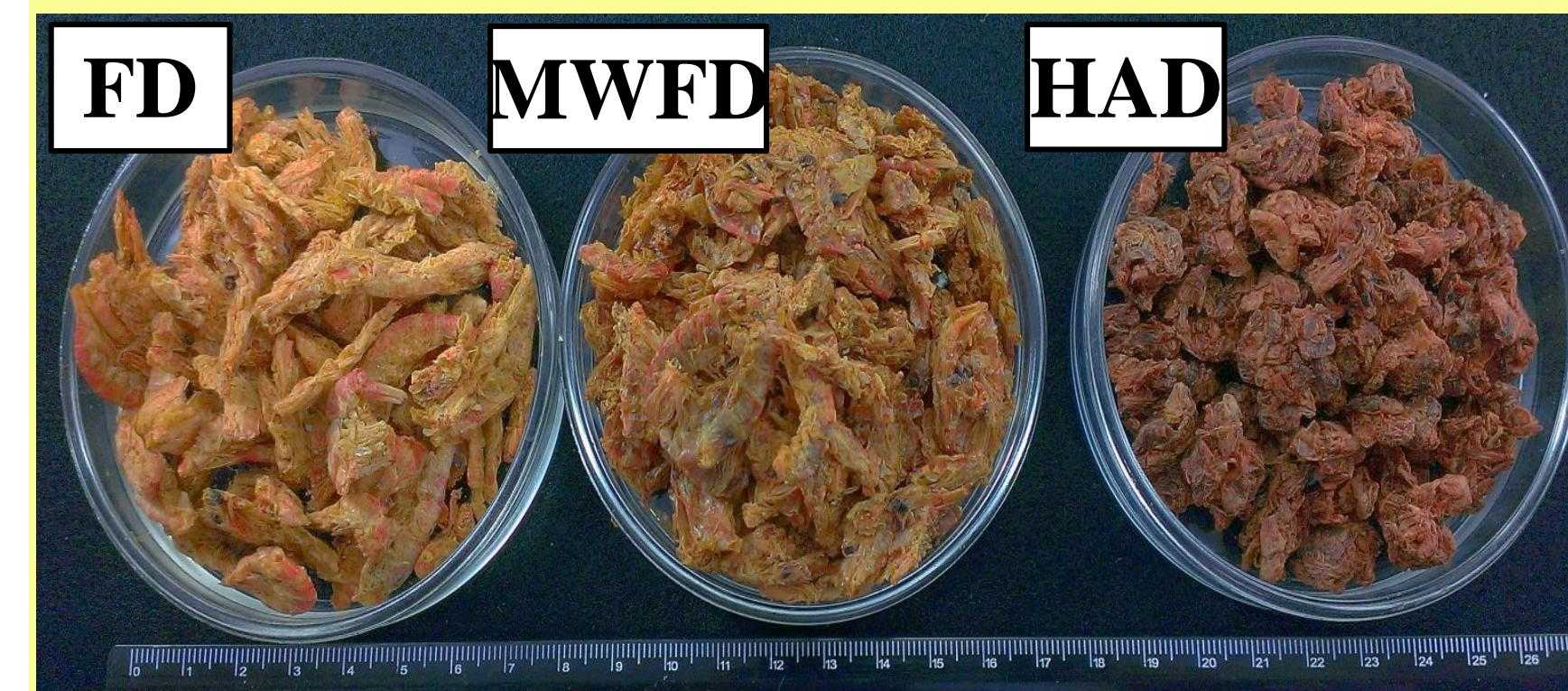
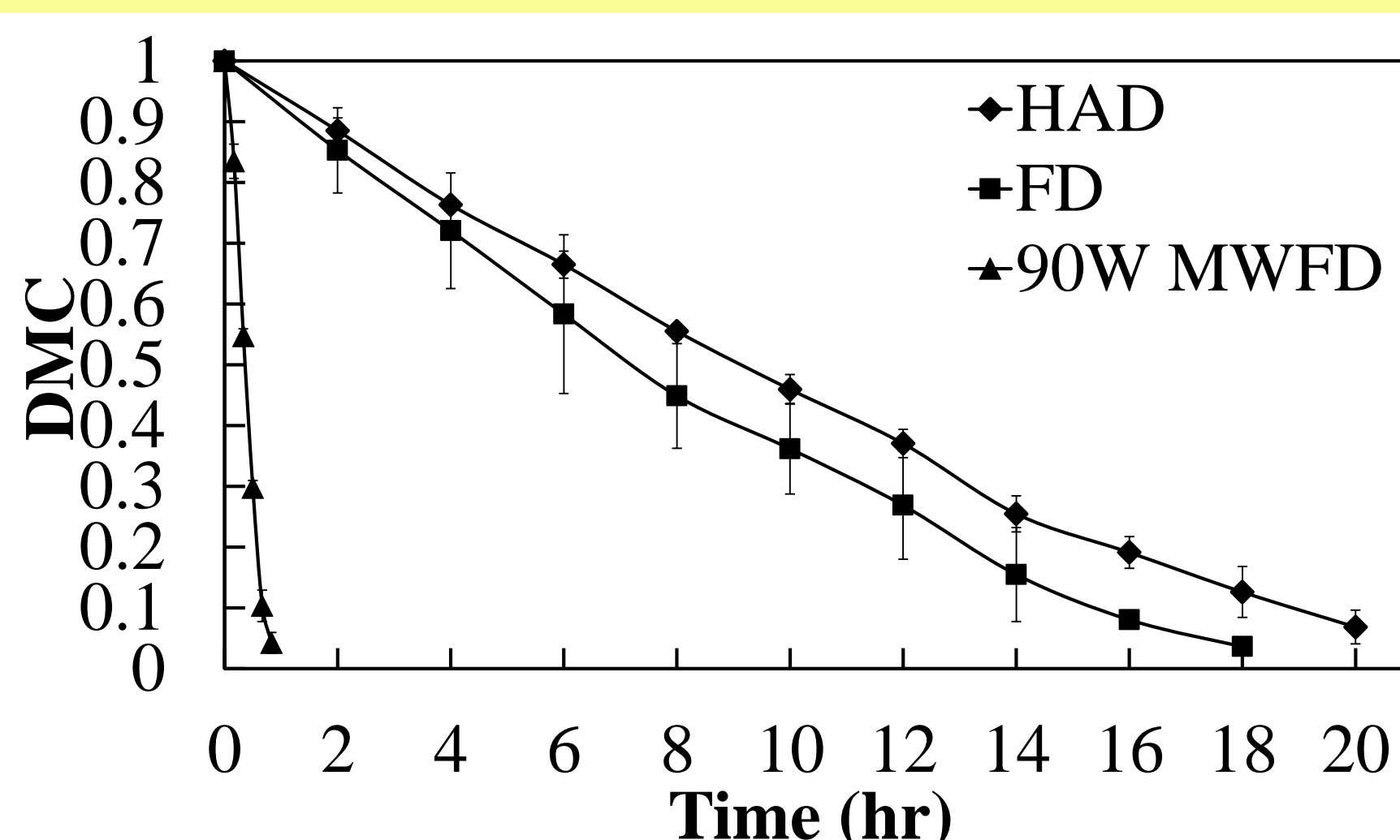
無因次水分含量(DMC)0.1以下為乾燥終點

外觀 (色差儀分析) 外觀 (照片) 磷脂質含量 DHA含量 總類胡蘿蔔素含量

$$h^{\circ} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

表一、不同磷蝦乾燥方法對乾燥時間及能量損耗的影響

Drying method (W)	Drying time (min)	Total energy consumption (KJ)	Energy saving ratio (%)
FD	868	34651	0.00
MWFD-90W	40	1995	94.24
HAD	1067	-	-



圖二、不同乾燥磷蝦外觀圖。

圖一、不同磷蝦乾燥方法的乾燥曲線。

表二、不同乾燥方法對磷蝦外觀顏色的影響

Drying methods	L*	a*	b*	h° (θ)*	ΔE* _{ab} **
FD	45.25 ± 3.92 ^a	11.56 ± 0.76 ^c	31.23 ± 3.92 ^a	38.95 ± 1.68 ^a	0
MWFD-90W	40.04 ± 3.11 ^b	15.83 ± 0.98 ^a	28.38 ± 1.99 ^b	11.02 ± 4.58 ^b	7.32
HAD	30.91 ± 0.46 ^c	13.21 ± 0.31 ^b	18.82 ± 0.48 ^c	-7.47 ± 2.94 ^c	19.04

^{a-c} Means in the same column with different superscript letters are significantly different (p < 0.05).

表三、不同磷蝦乾燥方法對總類胡蘿蔔素、磷脂質及DHA含量的影響

Sample treatments	Total carotenoids (μg /g d. b.)	Phospholipid (%)	DHA (mg/g d. b.)
Fresh	218.41 ± 45.63 ^a	16.30 ± 0.34 ^a	11.67 ± 0.22 ^a
FD	137.29 ± 39.28 ^b	5.17 ± 0.023 ^c	8.59 ± 0.56 ^b
90W-MWFD	136.82 ± 17.11 ^b	4.77 ± 0.14 ^d	7.57 ± 0.10 ^c
HAD	120.54 ± 24.52 ^b	5.60 ± 0.06 ^b	-

^{a-d} Means in the same column with different superscript letters are significantly different (p < 0.05).

結果與討論

表一及圖一顯示，冷凍乾燥(FD)、微波冷凍(MWFD)與55°C熱風(HAD)三種乾燥方法，分別經868、40及1067 min可達磷蝦的DMC為0.1以下的乾燥終點。微波可縮短傳統凍乾20倍以上的乾燥時間，亦可節省約95%的能耗。MWFD與HAD以FD為參考點的色相差分別為7.32和19.04(表二)，表示HAD比起MWFD，與FD磷蝦的外觀顏色差異更大。而以色相角(h°)、色相差及樣品外觀圖(圖二)可看出，高溫長時間的熱風乾燥磷蝦有嚴重的褐變和皺縮現象，反觀MWFD和FD對磷蝦外觀的影響較不明顯。經過乾燥的磷蝦，有效成分都會大幅度下降(表三)，此可能因為乾燥樣品的有效成分較難被釋出萃取，或因乾燥過程氧化作用所致，但基於磷蝦的運輸、儲藏及後續的加工應用，乾燥磷蝦仍有其必要性。FD磷蝦各項有效成分雖較MWFD略高，但差異相當微量；然而MWFD較FD的製程可大幅縮短乾燥時間和節省95%的時間與能量損耗上，都可以節省90%，故微波輔助冷凍乾燥在磷蝦加工製程上是極具潛力的技術。

結論

三種乾燥方法，以冷凍乾燥所得的磷蝦品質較佳，其次為微波冷凍乾燥，熱風乾燥磷蝦品質最差。然而微波輔助可以大幅提升磷蝦凍乾製程的效率及減低能耗，是較為經濟且綠能的製程改良技術。