



微波冷凍乾燥磷蝦之研究

張浩誠、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*)油具有大量的磷脂質，且含有豐富的n-3型多元不飽和脂肪酸與蝦紅素。其製程需先乾燥蝦體以利油脂萃取，然而傳統冷凍乾燥時間長，製程極為耗能，故本研究利用微波冷凍乾燥高效節能的特點進行南極磷蝦的乾燥製程研究。乾燥過程中，以無因次水分含量0.1以下為乾燥終點，以不同微波功率(30-90W)冷凍乾燥50 g的南極磷蝦。結果顯示，微波冷凍乾燥50 g南極磷蝦，提高微波輸出功率可加快乾燥速率，在微波50 W的速率為25.54 g/hr 升至在微波90 W的48.82 g/hr，乾燥速率提升約2倍，微波功率(X, (W))與乾燥速率(Y, (g/hr))的關係式為： $Y = 0.6014X - 3.7847$ ， $r^2=0.9919$ 。比較微波冷凍乾燥前後的南極磷蝦，其外觀和未乾燥前並無明顯差異。新鮮蝦體(Fresh)、凍乾(FD)與微波凍乾(MWFD)的DHA含量分別為2.33、8.59和7.57 mg/g，乾燥南極磷蝦的DHA含量皆顯著高於新鮮蝦體。在能耗的計算方面，傳統冷凍乾燥約需耗費15 hr，耗能約34651 kJ，而90 W微波冷凍乾燥僅需44 min，耗能僅2617 kJ，故以微波作為輔助熱源可有效提高效率加速凍乾製程，相較於傳統凍乾可節省約95%的能量。

關鍵字：微波、冷凍乾燥、南極磷蝦、蝦油

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，可做為高價值水產飼料。近年更發現其脂質中富含磷脂質、n-3型多元不飽和脂肪酸與蝦紅素等功能性成分，因此磷蝦油具有開發作為保健食品的潛力。為利其冷凍蝦體後續的萃取加工、運輸及儲藏，通常會以冷凍乾燥方式進行乾燥。但傳統冷凍乾燥製程時間長，能量耗費甚巨，不符經濟效益。因此，本研究將利用以微波作為輔助熱源提供冷凍乾燥所需之冰晶昇華熱進行乾燥的微波凍乾技術，探討其對冷凍磷蝦凍乾製程的影響，期望透過微波輔助增加凍乾效率減少能耗。

材料與方法

南極磷蝦

分裝50 g一袋

-20°C 冷凍

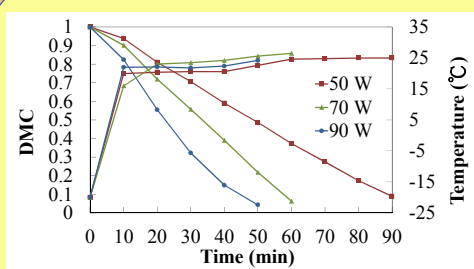
微波冷凍乾燥

30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 W

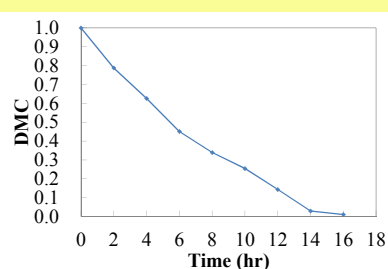
冷凍乾燥

無因次水分含量(DMC)0.1以下乾燥終點

乾燥曲線 乾燥速率 溫度變化 能量消耗 外觀 DHA含量



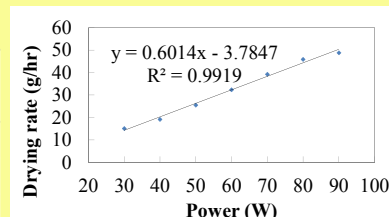
圖一、50 g冷凍磷蝦於不同功率下微波冷凍乾燥曲線及樣品溫度變化曲線。



圖二、50 g冷凍磷蝦的傳統冷凍乾燥曲線。

表一、50 g冷凍磷蝦於不同功率下乾燥速率

Power (W)	Regression	R ²	Drying rate (g/hr)	乾燥終點 (min)
50	$y_{50} = -0.4256x + 50.884$	0.9982	25.54	87
70	$y_{70} = -0.6546x + 51.739$	0.9969	39.28	58
90	$y_{90} = -0.8137x + 49.510$	0.9845	48.82	44
FD	$y_{FD} = -0.0421x + 47.475$	0.9786	2.53	868



圖三、微波功率與乾燥速率之關係。

表二、50 g冷凍磷蝦於不同功率下的能量損耗

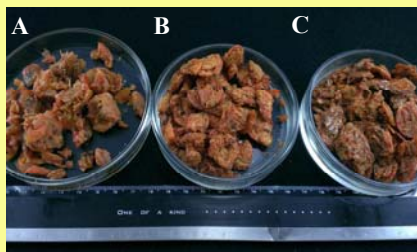
Power (W)	壓縮機 (KJ)	Pump (KJ)	微波 (KJ)	Total (KJ)	能耗率 (%)	節能率 (%)
50	1808	1677	262	3746	10.81	89.19
70	1199	1113	243	2555	7.37	92.63
90	912	846	238	1995	5.76	94.24
FD	17977	16674	0	34651	100.00	0.00

結果與討論

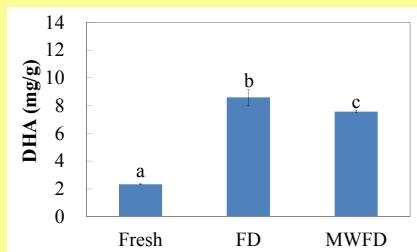
50 g磷蝦進行微波與傳統冷凍乾燥的乾燥曲線分別如圖一圖二。當微波功率從50 W上升至90 W時，其DMC下降至0.1所需時間可從87 min降至44min，減少約兩倍乾燥時間。由圖三可知，微波功率(X, (W))與乾燥速率(Y, (g/hr))呈線性關係，其關係式為： $Y = 0.6014X - 3.7847$ ， $r^2=0.9919$ 。比較90W微波(44 min)與傳統凍乾(868 min)達乾燥終點所需之時間，微波輔助可減少傳統凍乾製程約20倍的時間。微波凍乾達乾燥終點前的溫度約在25°C左右，並無過度高溫現象。乾燥速率與能量消耗分別如表一、表二，微波功率從50 W上升至90 W時，其冷凍乾燥總耗能可從3746 KJ下降至1995 KJ，傳統冷凍乾燥則需34651 KJ，故微波冷凍乾燥可節省約95%的能耗。蝦體在微波冷凍乾燥前後，外觀上無明顯差異(圖四)。新鮮蝦體、傳統凍乾蝦體與微波凍乾蝦體的DHA含量分別為2.33±0.04、8.59±0.56、7.57±0.10 mg/g (圖五)，蝦體經過凍乾使得水分被去除，便於運輸和儲藏，且因為濃縮效應，故使樣品中的DHA含量提高。

結論

微波冷凍乾燥技術可有效提高冷凍磷蝦的乾燥速率。增加微波功率，乾燥速率呈線性關係遞增。微波功率90W相較與傳統冷凍乾燥可減少約20倍以上的時間，降低約95%的能耗。



圖四、南極磷蝦蝦體外觀(A)冷凍乾燥前(B)冷凍乾燥後(C)微波冷凍乾燥後。



圖五、南極磷蝦DHA含量(A)新鮮(B)冷凍乾燥後(C)微波冷凍乾燥後。

2014 CBAA 第二屆技術創作大賞