

摘要

黃豆經研磨成豆漿的製程中會產生約1.2倍的黃豆渣，因其產量大、水分含量高會快速腐敗，才使得仍含有豐富營養成分的黃豆渣只能作為飼料或肥料。微波是一種可使食品中的極性水分子摩擦生熱而突破傳統熱傳障礙，達到整體加熱效果的新興加工技術。本研究之目的為利用微波進行黃豆渣的乾燥處理，探討較佳的微波乾燥條件，以增加其應用性和經濟價值。結果顯示，1、2和3 kg黃豆渣的乾燥速率和微波功率呈現正相關，以3000 W微波乾燥黃豆渣有較快的乾燥速率，分別為36.917、41.004、44.107 g H₂O/min，且分別只需22.70、39.25、53.80 min即可將水分含量由80%乾燥至15%以下。而在相同微波功率下，黃豆渣的重量與乾燥時間呈線性。使用不分籃子的方式能增加乾燥速率、減少乾燥時間。故最佳乾燥條件為以3000 W微波乾燥3 kg不分籃的黃豆渣，乾燥速率為47.281 g H₂O/min，僅需51.42 min可將水分含量由80%乾燥至15%以下。微波乾燥相較於傳統熱風乾燥較不影響黃豆渣的品質，故微波對於黃豆渣是良好的乾燥技術。

前言

自古以來豆漿就是國人重要的飲品之一，在其製程中剩餘大量的豆渣，且水分含量高達80%，容易滋生細菌與微生物，為了後續的儲藏與保存，必須快速乾燥將水分含量乾燥到15%以下。本研究採用2450MHz的微波可以穿透0.1~10 cm，在此高頻率的震盪電磁場作用下，使極性水分子的方向隨震盪電場一起振動，而造成分子間摩擦產生熱能，故可克服傳統熱風乾燥的熱傳阻礙，快速加熱而使被乾燥食品中的水分蒸發，能夠縮短乾燥的時間和節省能源，更提升經濟價值。本實驗採用吊籃式微波乾燥機，探討微波功率與乾燥重量對乾燥速率和黃豆渣品質的影響。

結果與討論

由表一可知，使用1000和2000W微波乾燥1、2和3 kg豆渣之速率約為13和28 g/min，但以3000W微波乾燥的3 kg豆渣速率最快，已達37~47 g/min，最為省時。圖一顯示在固定的微波功率下，豆渣重量和乾燥時間呈現正相關性(R² = 0.99)，圖二為作用於每克黃豆渣之微波功率及乾燥時間的關係圖，呈現過高的微波功率，雖可縮短乾燥時間，但亦造成過多的能耗，而太低的微波功率會延長乾燥時間，故以3000g在3000W微波乾燥為宜。圖三顯示，3 kg分三籃的與不分籃的微波乾燥曲線，以不分籃乾燥速率比分籃的快，而3 kg豆渣不分籃的乾燥時間僅需51.42 min。且以表二之不同乾燥的黃豆渣顏色，微波乾燥和冷凍乾燥的顏色並無明顯差異，且明亮度(L*)較熱風乾燥高，乾燥豆渣的抗氧化成分分析，其中三者的類黃酮的含量並無顯著差異，但在多酚含量則以冷凍乾燥較高，熱風乾燥和微波乾燥二者並無顯著差異，故微波乾燥適合於黃豆渣的乾燥。

表一、微波功率對不同重量黃豆渣之乾燥曲線及乾燥時間

Microwave power (W)	Weight (kg)	Drying curve linear regression equation	R ²	Drying rate (g/min)	Drying time (min)
1000	1	y = -12.868x + 1031.4	0.997	12.868	61.66
	2	y = -13.741x + 2031.7	0.999	13.741	111.82
	3	y = -13.538x + 3071.5	0.999	13.538	171.08
2000	1	y = -27.429x + 1040.5	0.995	27.429	29.29
	2	y = -28.995x + 2064.4	0.998	28.995	53.26
	3	y = -29.177x + 3129.0	0.997	29.177	79.71
3000	1	y = -36.917x + 1023.7	0.988	36.917	22.70
	2	y = -41.004x + 2109.0	0.995	41.004	39.25
	3	y = -44.107x + 3140.3	0.995	44.107	53.80
	3 (不分籃)	y = -47.281x + 3183.1	0.995	47.281	51.42

實驗架構

1、2、3 kg黃豆渣 (MC=80%)

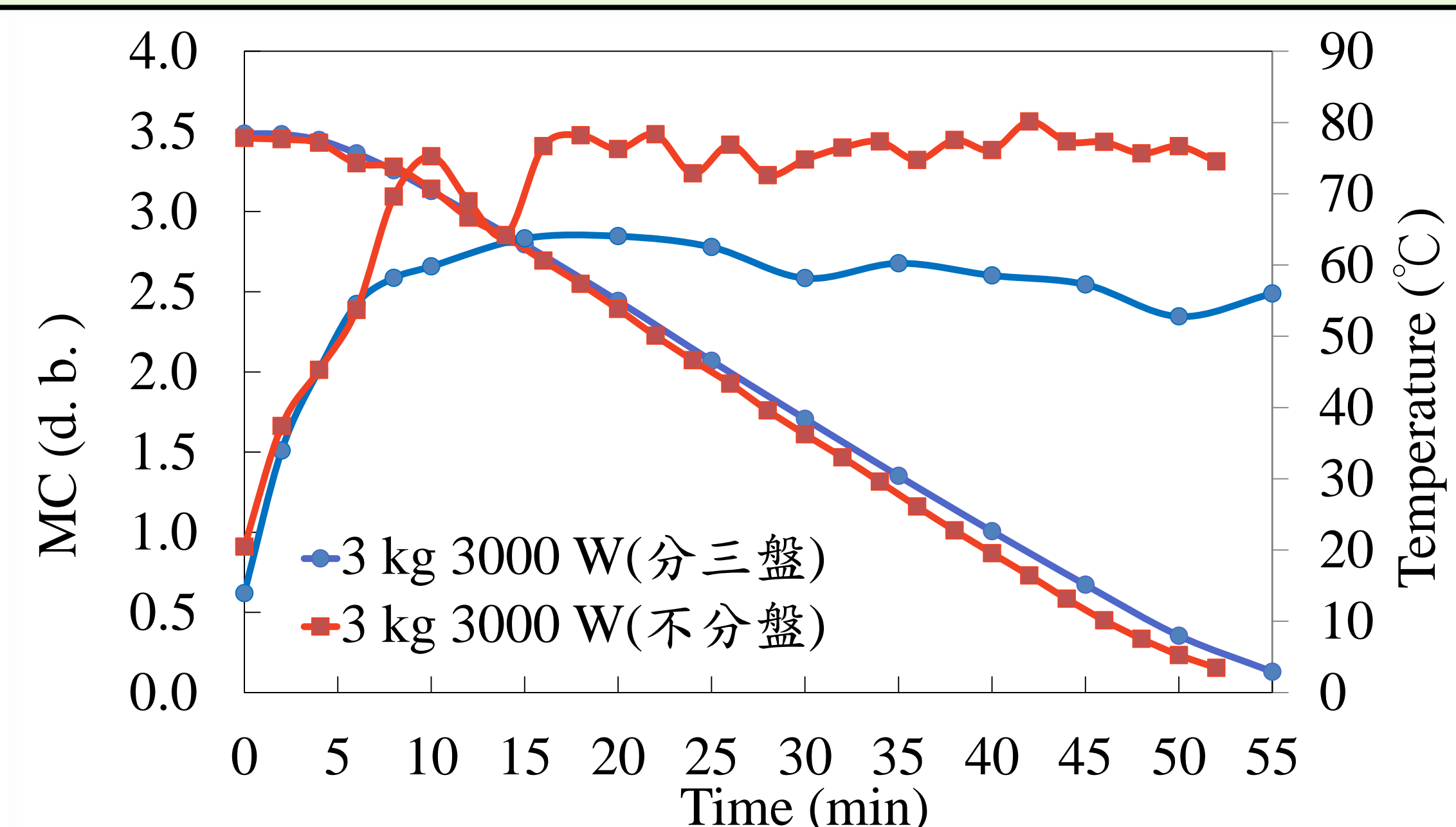
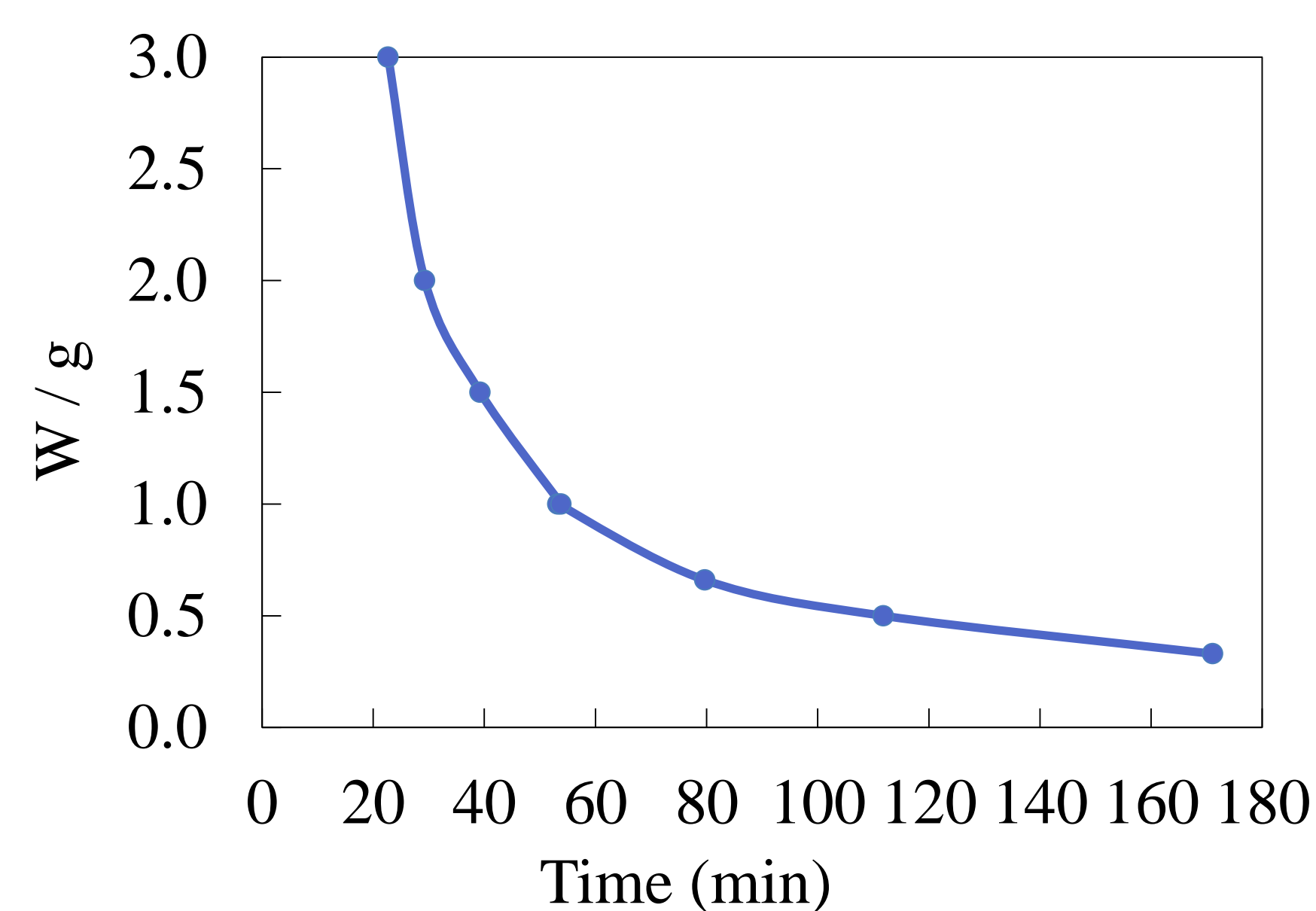
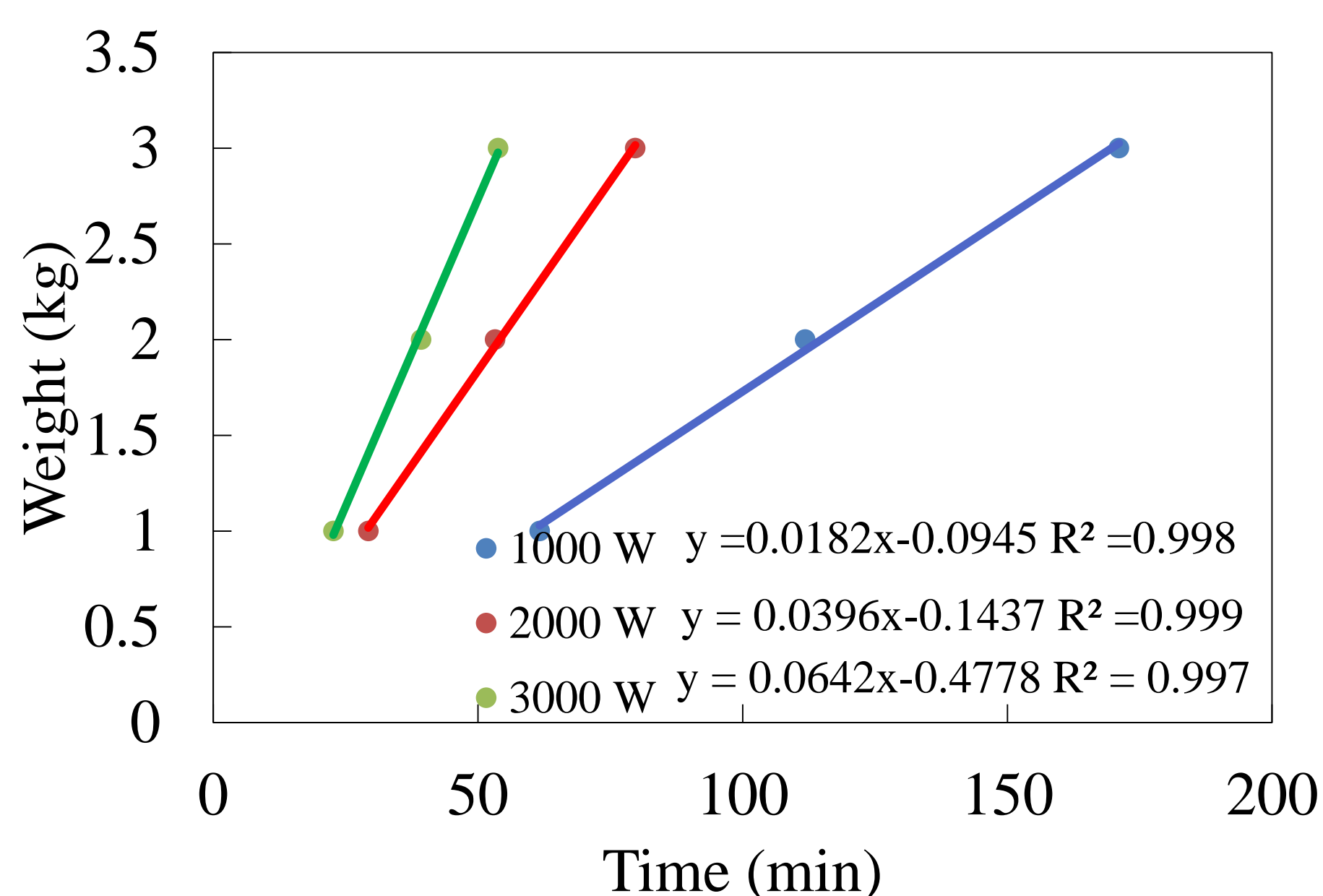


熱風乾燥 80 °C 5.5 hr
微波乾燥 1000、2000、3000 W
冷凍乾燥 24 hr



MC=15%

升溫和乾燥曲線 顏色分析 抗氧化成分分析



圖一、微波功率和乾燥黃豆渣重量之關係。 圖二、微波乾燥每克黃豆渣之輸出功率和乾燥時間的關係。

圖三、微波乾燥黃豆渣在分籃與不分籃乾燥和升溫曲線。

表二、不同乾燥方式的黃豆渣之抗氧化成分與顏色(L*a*b*)

Drying methods	Total polyphenols (mg/g)	Flavonoids (mg/g)	L*	a*	b*
Hot-air drying	0.973±0.024 ^b	0.0460±0.0003 ^a	80.48±0.36 ^b	3.25±0.08 ^a	25.36±0.30 ^a
Microwave drying	0.969±0.005 ^b	0.0450±0.0004 ^a	82.90±0.58 ^a	2.90±0.11 ^b	23.72±0.21 ^b
Freeze drying	1.350±0.023 ^a	0.0468±0.0005 ^a	82.73±0.50 ^a	3.04±0.20 ^b	22.21±0.67 ^c

結論

微波乾燥黃豆渣，呈現恆率乾燥期，且微波功率增加會提升乾燥速率，縮短乾燥時間。又以3 kg 3000 W(不分籃)乾燥速度最快，總共只需51.42 min，即可乾燥完，相較於其他乾燥方法能，可以省時節能，且得到好的產品顏色及品質。

^{a-c} Means within each row with followed by different letters are significantly different (P<0.05). Data are expressed as mean ± S.D. (n=3).