

摘要

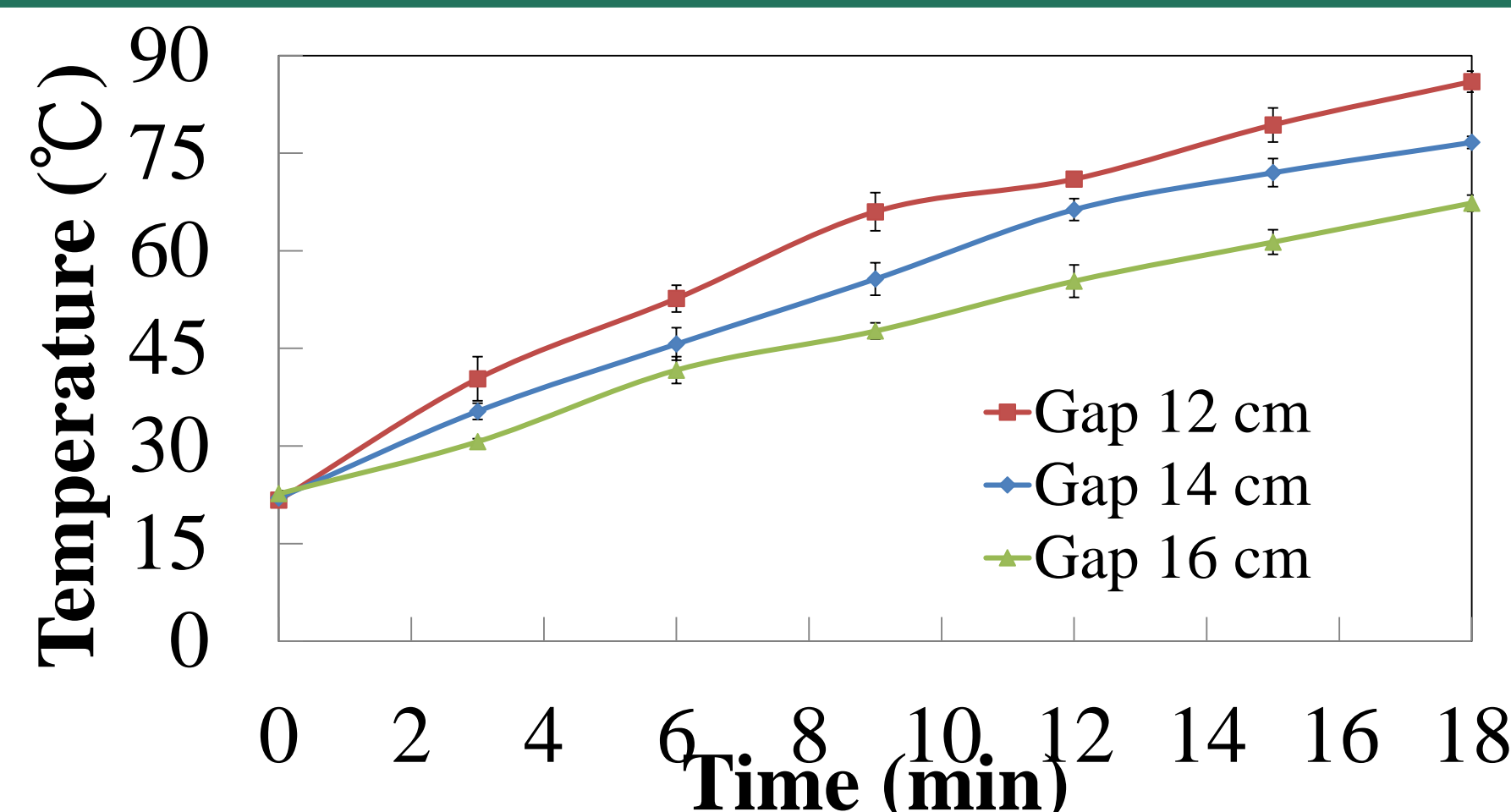
本研究乃利用射頻冷風乾燥技術以縮短金棗蜜餞乾燥時間及減少能耗，以解決傳統熱風乾燥的加工瓶頸。因射頻之電極間距與加熱速率具相關性，故選射頻電極板間距為12、14和16 cm進行3 kg金棗蜜餞(水分含量為50%)的乾燥操作，其輸出功率分別為0.65 kW、0.60 kW和0.52 kW，初期升溫速率分別為3.4°C/min、3.1°C/min、2.4°C/min，此研究會進一步比較射頻冷風乾燥、傳統冷風乾燥和熱風乾燥金棗蜜餞的乾燥速率、溫度變化，及其品質與能量消耗之情形。雖然射頻加熱速率快速，只需加熱12 min即可從20°C升溫到65°C，但因高含糖量的金棗蜜餞，若射頻加熱的溫度過高，容易會產生焦化之情形，且金棗內部的溫度會較高於表面的溫度，故需要控制射頻加熱製程，使金棗蜜餞的溫度不高於60°C以保有其品質。最後採用射頻電極板間距在12 cm射頻加熱4 min升溫後，又立即吹風冷卻4 min降溫，如此反覆此加熱及冷卻的步驟，直到金棗蜜餞的水分含量達30%，而此射頻乾燥製程的乾燥速率為5.8 g/min，為45°C冷風乾燥的2.3倍，45°C熱風乾燥的3.3倍，且射頻乾燥能耗最少為3.96 kWh，此為冷風乾燥及熱風乾燥的1/6及1/4。比較射頻冷風乾燥後之金棗蜜餞，與冷風乾燥及熱風乾燥顏色，色差為最低者，故射頻冷風乾燥金棗蜜餞可以達到省時及節能的效果。

前言

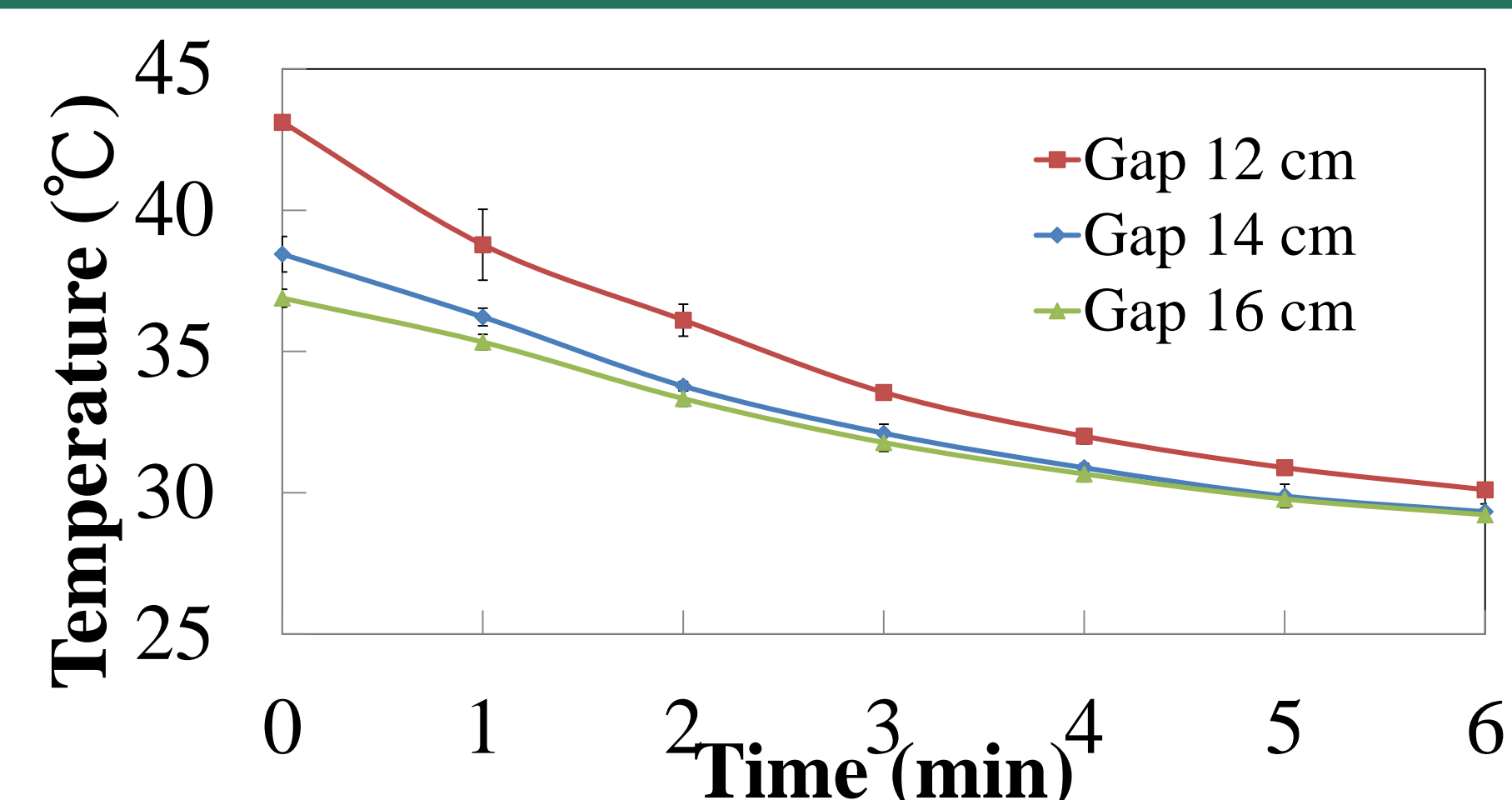
金棗的皮部芳香甘美富含精油，糖漬絕佳，果肉酸中帶甜，是蜜餞製作的最佳原料，蜜餞是我國傳統食品之一，其特殊風味廣受許多人的喜愛，其主要是透過鹽漬或糖漬的方式來增加滲透壓，進而降低水活性，故蜜餞可提供水果另一種特殊的風味和質地，亦可大幅增加保存期限，提供非生產季節的食用，對於農產品的產銷調節有很大幫助，因蜜餞在製造過程中會遇到乾燥瓶頸問題，欲透過射頻冷風乾燥方式來進行製程改善，故比較射頻冷風乾燥與傳統冷風乾燥、熱風乾燥進行金棗甘蜜餞的乾燥探討三種乾燥方式的乾燥速率、溫度變化，及其品質與能源消耗之狀況。

結果與討論

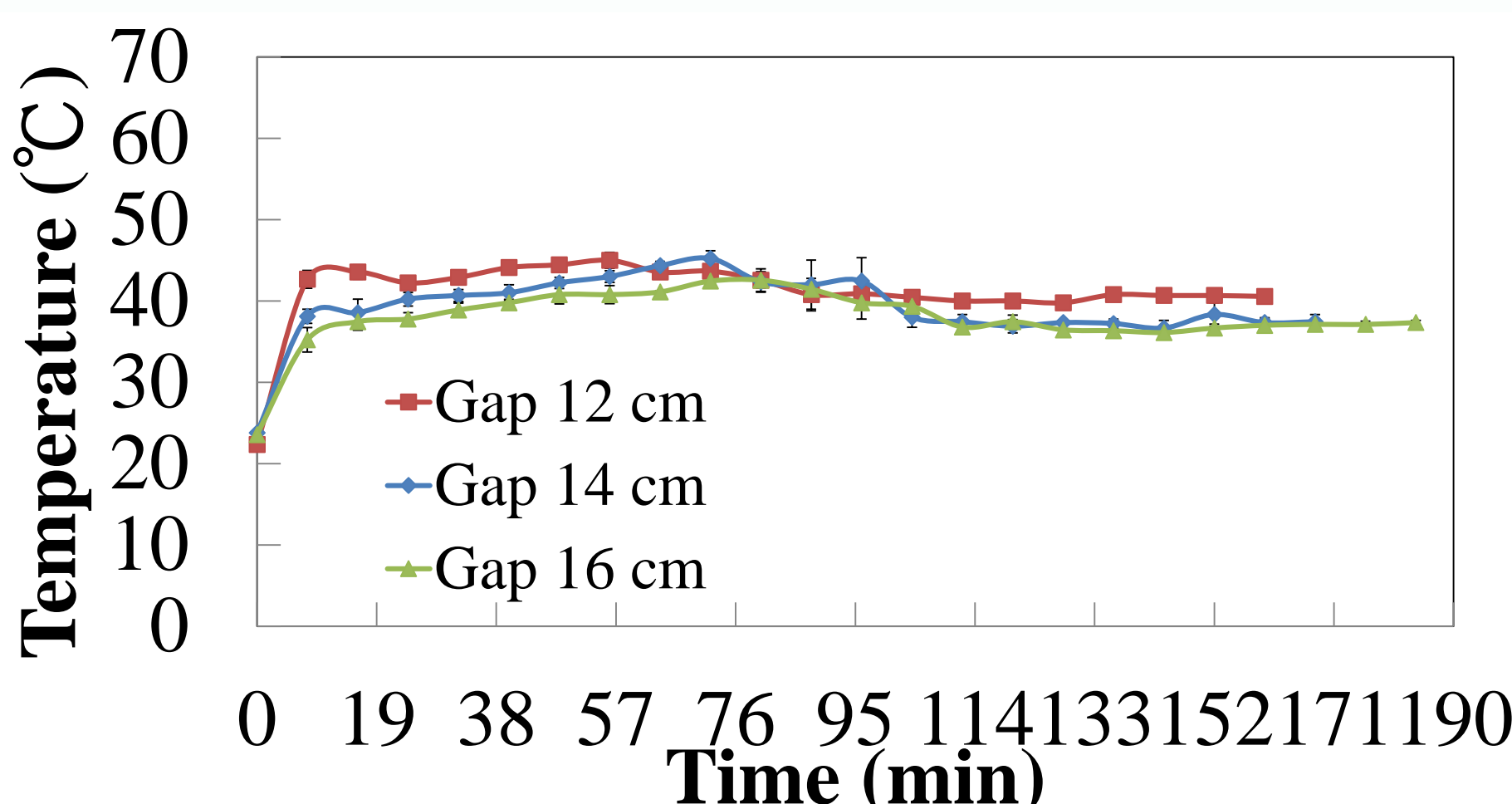
圖一顯示射頻之內部升溫速度極快，但過高溫加熱金棗蜜餞，容易產生焦化，因此利用吹風方式來達到降溫(圖二)，因考慮加熱溫度最後採用加熱4 min立即吹風4 min，圖三、四顯示射頻內外部溫度均低於60°C，表一為不同乾燥方法對金棗蜜餞之乾燥速率、乾燥能源消耗及耗損率的影響，射頻電極間距12-16 cm乾燥速率約於5.3-5.8 g/min，乾燥能量僅約為4 kWh，耗損率則約為10%，相較於冷風及熱風乾燥，射頻乾燥乾燥效率較好，表二為不同乾燥方法對金棗蜜餞之顏色的影響，顯示射頻乾燥之色差皆比冷風及熱風乾燥更低，經過射頻乾燥後其顏色與對照組相比，肉眼判別顏色無明顯改變。



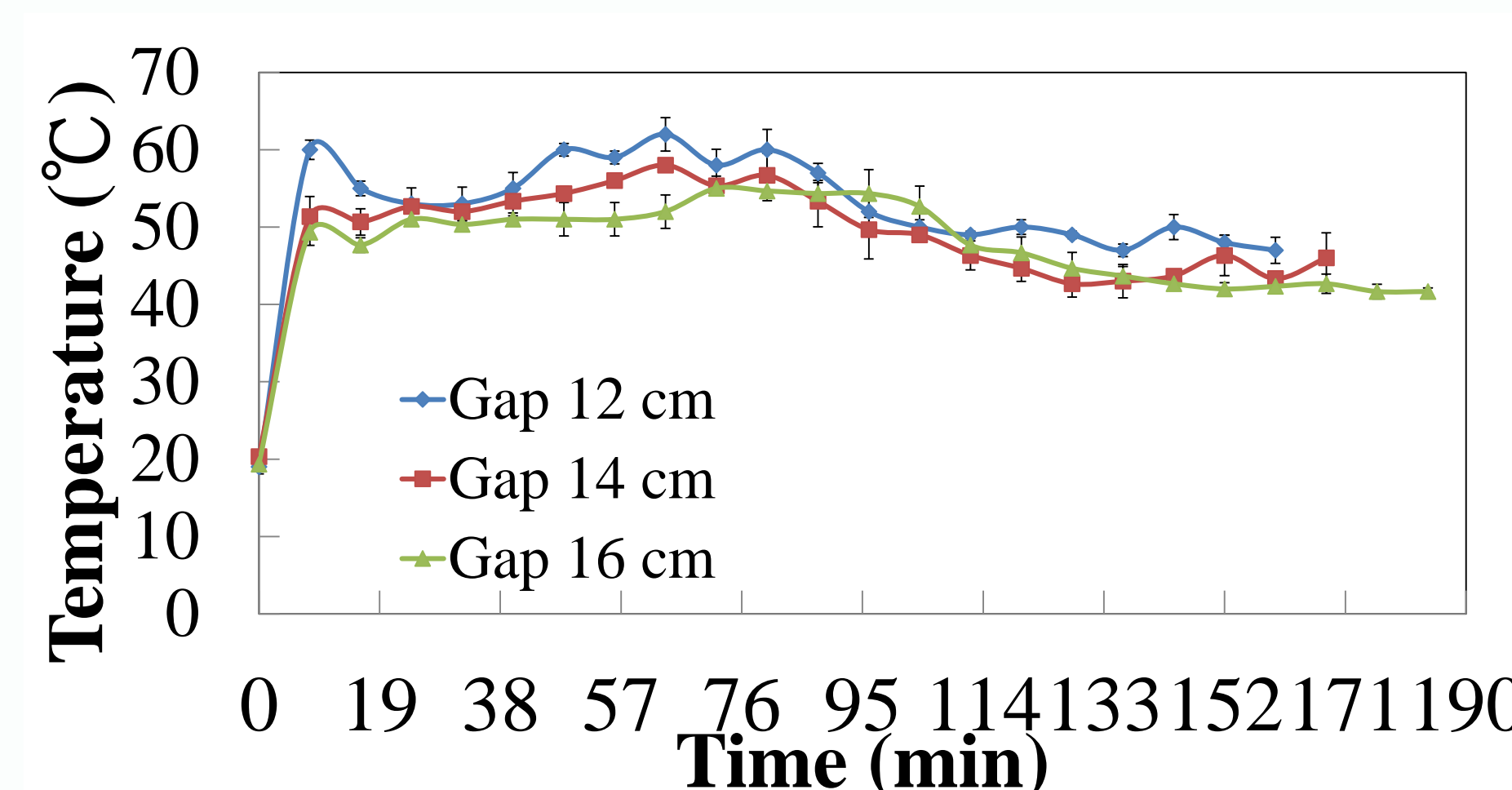
圖一、不同射頻電極板間距加熱對金棗蜜餞之內部升溫曲線。



圖二、不同射頻電極板間距加熱4 min後之金棗蜜餞冷卻曲線



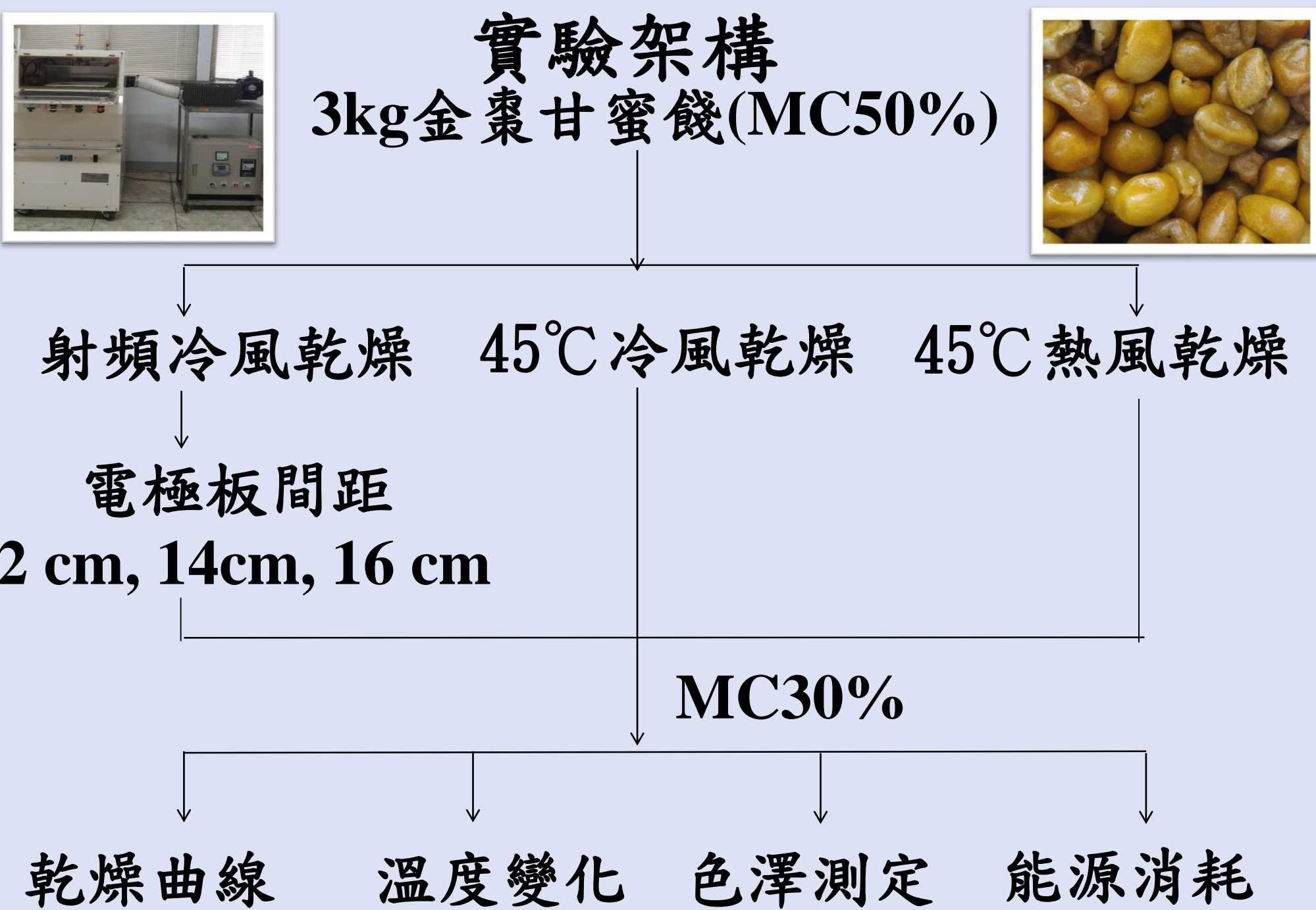
圖三、不同射頻電極板間距加熱4分鐘後冷卻4分鐘之金棗蜜餞表面溫度圖



圖四、不同射頻電極板間距加熱4分鐘後冷卻4分鐘之金棗蜜餞內部溫度圖

實驗架構





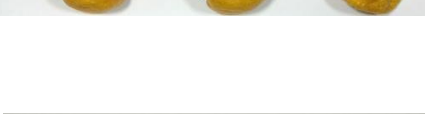

3kg金棗甘蜜餞(MC50%)



表一、不同乾燥方法對金棗蜜餞之乾燥速率和乾燥能源消耗的影響

Drying methods	Linear regression equation	R ²	Drying rate (g/min)	Drying time (min)	Drying energy (kWh)	Damage ratio (%)
RF12	y = -5.82x + 2930	0.975	5.82	160	3.96	10.3
RF14	y = -5.75x + 2951	0.979	5.75	168	3.98	9.8
RF16	y = -5.34x + 2955	0.976	5.34	184	4.25	11.9
CD	y = -2.51x + 2917	0.973	2.51	380	24.04	0.0
HD	y = -1.73x + 2928	0.979	1.73	540	16.86	0.0

表二、不同乾燥方法對金棗蜜餞之顏色的影響

Drying methods	L*	a*	b*	ΔE	Photos
Control	53.48 ± 0.08 ^c	7.61 ± 0.04 ^d	38.58 ± 0.24 ^d	0.00	
RF12	54.05 ± 0.06 ^b	7.59 ± 0.04 ^d	38.29 ± 0.17 ^e	0.23	
RF14	54.37 ± 0.08 ^a	8.79 ± 0.02 ^c	39.79 ± 0.09 ^c	1.87	
RF16	54.35 ± 0.06 ^a	9.30 ± 0.04 ^b	40.60 ± 0.12 ^b	3.89	
CD	49.62 ± 0.06 ^d	11.57 ± 0.10 ^a	40.91 ± 0.22 ^a	17.81	
HD	48.93 ± 0.08 ^e	11.21 ± 0.11 ^b	36.72 ± 0.20 ^f	18.33	

Different drying condition: RF12 (RF 12 cm gap drying), RF14 (RF 14 cm gap drying), RF16 (RF 16 cm gap drying), CD (45°C cold air drying), HD (45°C hot air drying), a-f Means within each row with followed by different letters are significantly different (P<0.05). Data are expressed as mean ± S.D. (n=3).

結論

金棗蜜餞經反覆射頻加熱4 min和冷風冷卻4 min可快速於3小時左右完成乾燥，且比較乾燥金棗蜜餞之乾燥速率、能源消耗和產品顏色，射頻乾燥的乾燥速率最高，能源消耗亦為最低，且產品顏色會最佳，表示射頻會提供農產品及食品乾燥的競爭優勢。