

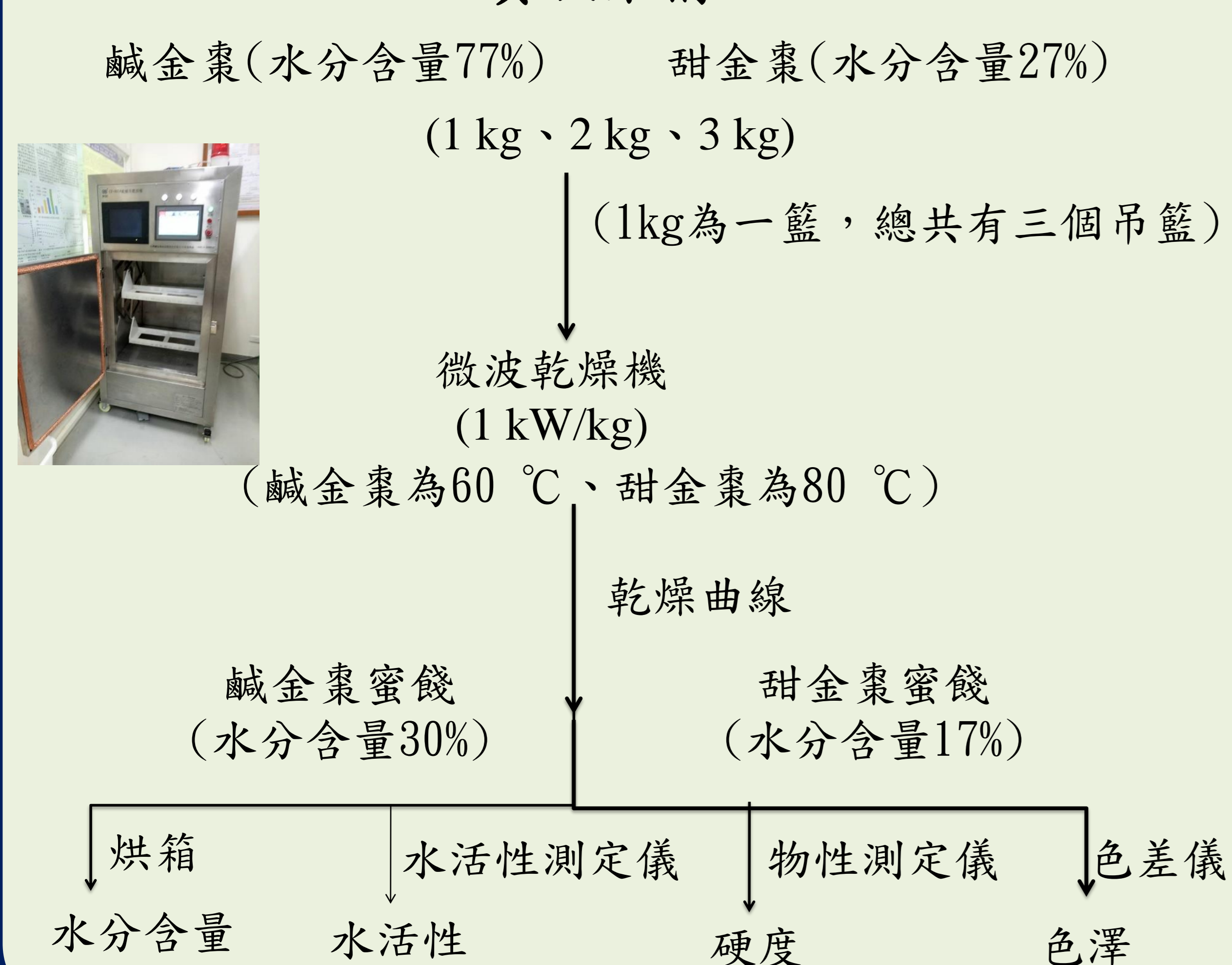
摘要

微波乾燥乃是利用電磁波的傳遞使極性水分子共振摩擦生熱，可克服熱風乾燥之熱傳阻礙。故本研究之目的是應用微波乾燥於金棗蜜餞，以其縮短乾燥時間和維持良好的品質。設定微波功率條件在1 kW/kg，三種裝載量1、2和3 kg金棗蜜餞分別以1、2和3 kW微波乾燥，在鹹金棗蜜餞方面，使水分由77%降至30%，只需150、240和350 min即可完成；而在甜金棗蜜餞方面，使其水分含量由27%降至17%，分別需要100、135和155 min，冷風乾燥鹹金棗可以發現200 g的裝載量需要15個小時。而市售熱風對於鹹金棗需費時3天的乾燥時間。並進一步比較微波乾燥和市售熱風乾燥鹹、甜金棗蜜餞的水分含量、水活性、硬度及色澤。鹹金棗微波乾燥後，水活性較低，明亮度與市售產品在外觀上無顯著差異，硬度方面也較市售產品低；甜金棗蜜餞顏色的明亮度和黃色度值較高，硬度方面較低，水分含量較高，但二者的水活性並無顯著差異。故微波乾燥可應用於鹹和甜金棗蜜餞的乾燥，可大幅縮短乾燥時間，且保有更佳的品質。

前言

金棗主要產地位於宜蘭地區，其栽種的金柑品種以長實金柑為主，金棗的果肉酸中帶甜，是製作蜜餞的最佳原料，金棗蜜餞在加工製程中主要分為三大步驟：包括前處理、糖漬及乾燥，由於傳統熱風乾燥方式，不僅耗費時間，因此本研究的鹹和甜的兩種金棗蜜餞利用微波乾燥來取代傳統的熱風乾燥，以加速乾燥，並探討微波乾燥與傳統熱風乾燥的乾燥速率及產品品質的差異。

實驗架構



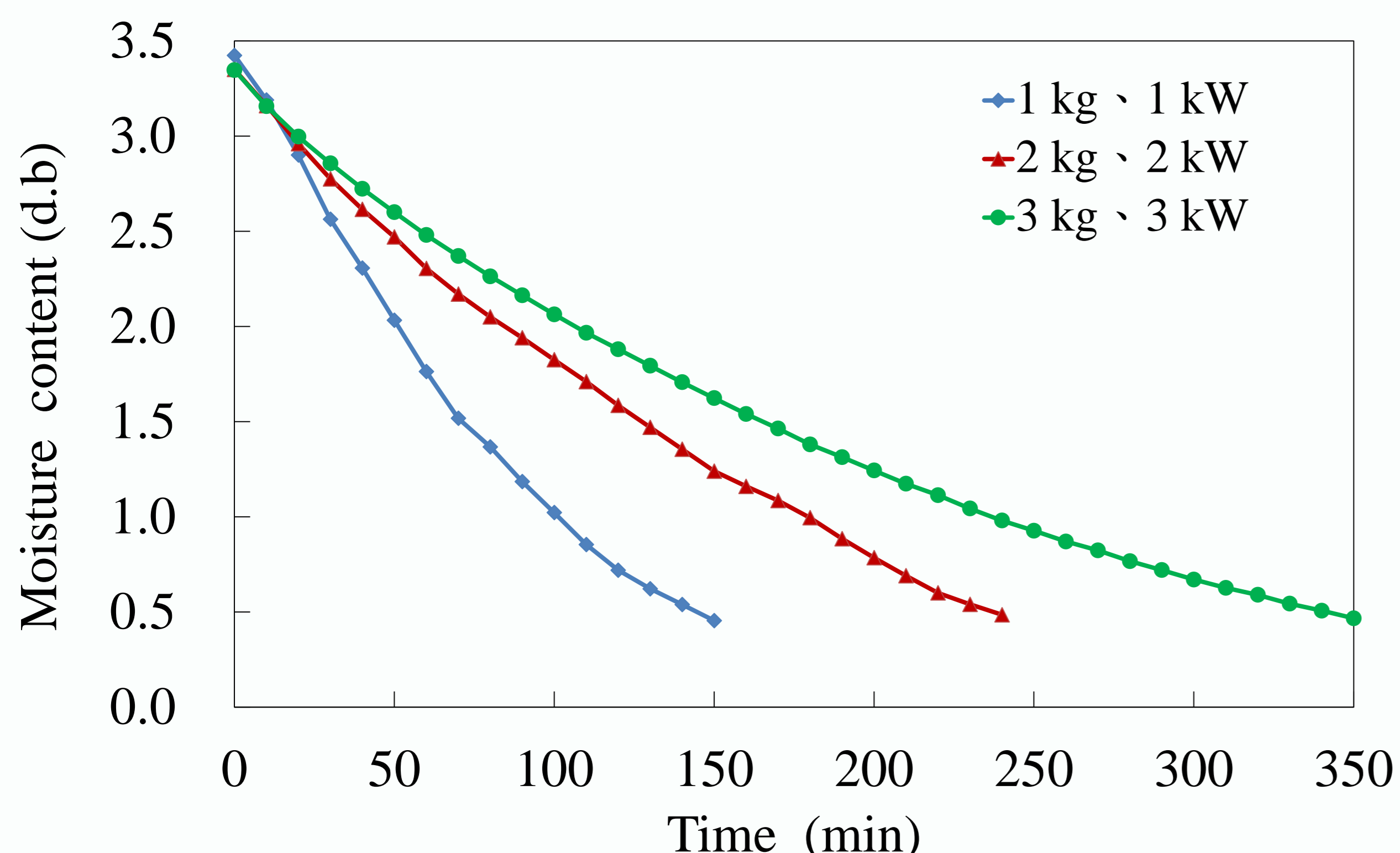
結果與討論

圖一顯示1、2、3 kg的鹹金棗蜜餞分別在1、2和3 kW下的微波乾燥曲線，他們的水分含量由乾基水分含量的3.35 kg水/kg乾物(即77%)降至0.45 kg水/kg乾物(即31%)分別需要150、240和350 min。圖二即是將經過75%糖漬完的1、2和3 kg甜金棗蜜餞由乾基水分含量的0.37 kg水/kg(即27%)降至0.21 kg水/kg乾物(即17%)分別在1、2和3 kW下微波乾燥分別需要100、135和155 min。二者的乾燥曲線仍呈現前期恆率乾燥期，後期是減率乾燥期，由圖三不同乾燥方法對鹹金棗蜜餞的乾燥曲線，更充分說明3 kW微波乾燥3 kg，只需要350 min，冷風乾燥需要15個小時。市售45°C熱風乾燥鹹金棗蜜餞，需要歷經21小時之熱風乾燥，這其中包含了兩個夜晚的回潮，因此總共乾燥時間長達3天，而鹹金棗蜜餞的乾燥溫度算是低溫，僅介於35至42°C之間。表一是鹹和甜金棗蜜餞的不同乾燥方法的時間和速率的比較，雖然皆控制在1 kg/kW下微波乾燥，在鹹金棗蜜餞方面可以發現在恆率期時的速率以1 kg的裝載量速率0.025 (g/min)最佳且臨界水分含量(critical moisture content, CMC)是最低的54.12%，表示其減率期的時間較短，有較佳的乾燥效率。甜金棗蜜餞方面可以發現雖然以3 kg時的乾燥速率為0.004 (g/min)最快，但是他在水分含量23.92%已經CMC比1 kg的裝載量的23.19%稍高一些。由此可知若以1 kg作為乾燥對照的重量，增加裝載量若能增加微波功率，仍然可以減少乾燥操作時間。且顯然可降低冷風乾燥和熱風乾燥的操作時間。

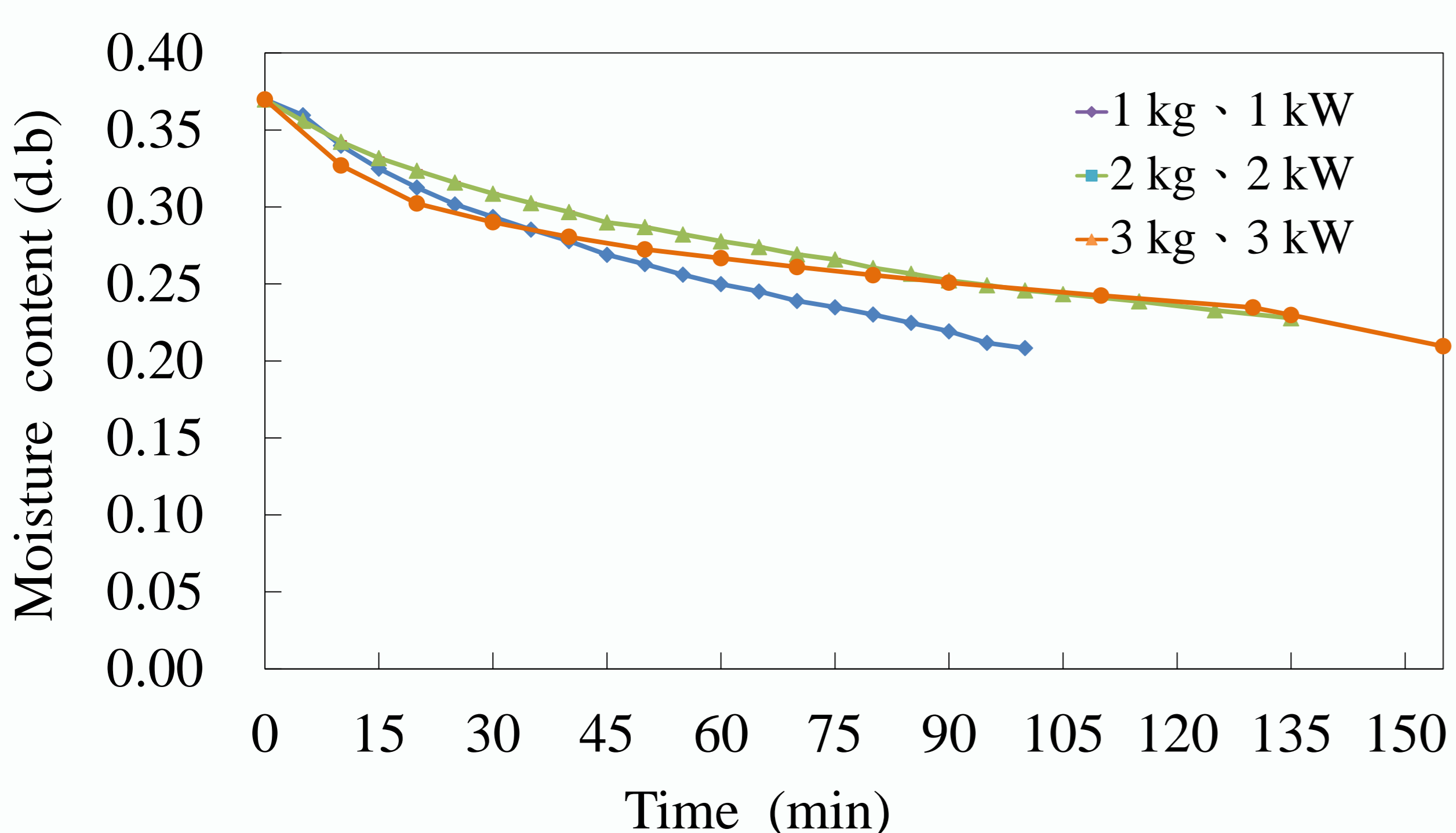
一般市售鹹金棗蜜餞的甜度和鹹度分別為61°Brix和2.9%，而市售甜金棗蜜餞的糖度為79°Brix而不具鹽度。表二是微波乾燥與市售熱風的鹹金棗和甜金棗蜜餞之品質分析，微波乾燥的鹹金棗蜜餞的水分含量在31%和市售產品接近，且其水活性低於0.7，適合儲藏，且硬度較市售低，此可能由於微波乾燥時間較短，且內部水分可以透過微波共振而產生蒸發熱，沒有傳統熱風乾燥因乾燥時間過長而造成表面硬化的情形，兩者的顏色差異不大。在微波乾燥甜金棗蜜餞的水分含量接近17%，兩種乾燥產品的水活性已高於0.7，故儲存較鹹金棗不易，而因為甜金棗蜜餞糖度過高，也使得甜金棗蜜餞的硬度明顯較鹹金棗高，但由於微波乾燥無表面硬化的情形，故硬度較市售產品低。在甜金棗蜜餞的顏色方面，微波乾燥較市售產品的明亮度高，黃色度較高。

表一、鹹金棗和甜金棗的不同乾燥方法的乾燥時間。

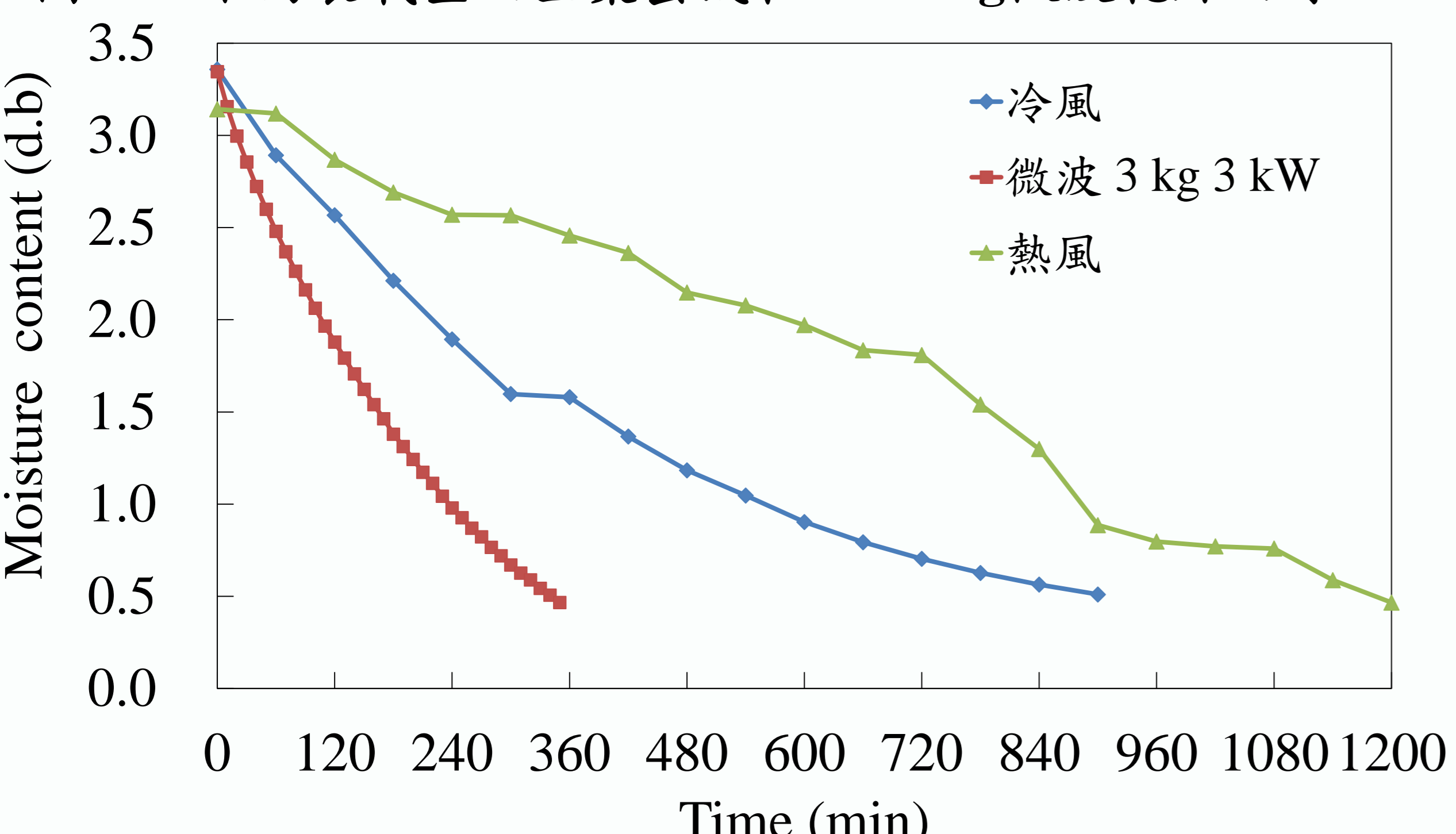
Candied kumquat		Salt		Sweet		
Drying method	Drying time (min)	Constant drying rate (g/min)	CMC (%)	Drying time (min)	Constant drying rate (g/min)	CMC (%)
1 kg、1 kW MW	150	0.025	54.12	100	0.002	23.19
2kg、2 kW MW	240	0.015	64.66	135	0.002	24.81
3 kg、3 kW MW	350	0.012	67.32	155	0.004	23.92
Cold air	900	0.005	61.53			
Hot air	1260	0.002	60.62			



圖一、不同裝載量鹹金棗蜜餞在1 kW/kg微波乾燥曲線。


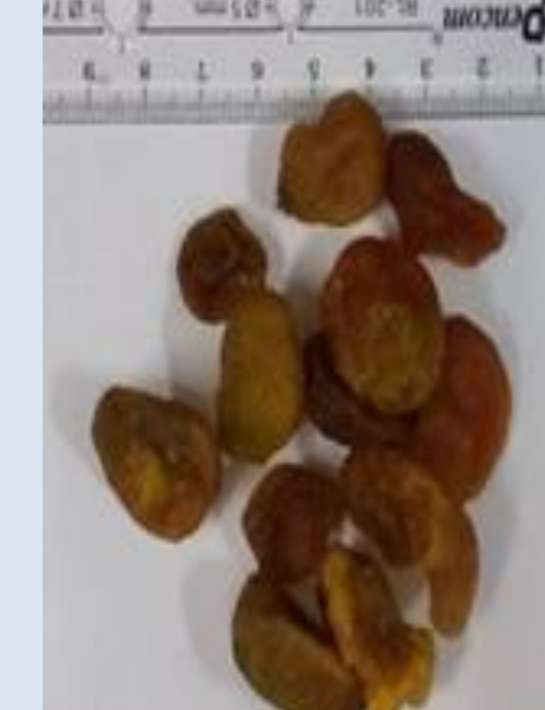




圖二、不同裝載量甜金棗蜜餞在1 kW/kg微波乾燥曲線。



圖三、不同方法對於鹹金棗蜜餞的微波乾燥曲線。

表二、微波乾燥與市售熱風的鹹金棗和甜金棗之品質分析及照片

Candied kumquat	Salt		Sweet	
	Microwave	Hot air	Microwave	Hot air
Moisture (%)	31±1.37	31±0.28	18±0.015*	16±0.16
Water activity	0.658±0.009	0.704 ±0.007*	0.740 ±0.02	0.718±0.01
Hardness (N)	17.36 ±6.33	21.73 ±3.79	75.70 ±26.10	96.83 ±20.44
L*	30.28 ±0.64	30.04 ±0.22	32.89 ±0.92*	26.21 ±0.50
a*	20.36 ±0.86*	17.35 ±1.15	9.00±1.26	7.09 ±2.03
b*	43.69 ±1.02	50.74±0.68*	19.56 ±1.09*	13.02 ±1.15
Picture				

Means with * within each column are significantly different (P<0.05)

結論

3 kg鹹金棗蜜餞和甜金棗蜜餞經3 kW微波乾燥分別只要350和155 min，雖然乾燥並非全程呈現恆率乾燥期，但已大幅降低熱風乾燥的時間。在微波乾燥的產品之品質和市售熱風乾燥產品並無太大差異，微波乾燥鹹和甜金棗蜜餞在硬度方面較市售熱風乾燥產品為軟，在顏色方面都較市售產品的明亮度高，故利用微波乾燥金棗蜜餞可達到省時的成效。