

摘要

稻穀剛收割時之水分含量約為22~33%，容易發芽及腐敗，必須乾燥至13~15%，以利貯藏。目前利用熱風乾燥機需要長時間(約24小時)方能完成稻穀的乾燥。射頻可快速均勻加熱稻穀，且配合冷風吹散蒸發的水蒸氣，以解決稻穀乾燥期間的熱傳和質傳問題。故本研究之目的為建立射頻冷風快速乾燥稻穀操作條件，以達到節能省時的效果，並分析射頻乾燥稻穀的糙米和精白米之品質。實驗將不同重量稻穀(1~4 kg)分裝於PP塑膠籃置於射頻冷風乾燥機中，以不同電極板間距(12~20 cm)進行乾燥至水分含量為14%左右，並和45°C冷風乾燥6小時的稻穀作比較。結果顯示，稻穀負載量由1 kg增加至4 kg及縮小電極板間距皆會提高射頻輸出之功率，以4 kg的稻穀為例，射頻乾燥速率可達60 g/min以上，只需10 min內即完成乾燥，經30 min冷卻後，穀稻的最終水分含量可於14.5%以下。在稻穀乾燥的總能源消耗方面，射頻乾燥與冷風乾燥分別需約0.80 kWh及21.9 kWh。比較射頻乾燥和冷風乾燥之糙米與白米，以射頻乾燥的白米顏色較黃，故L*值較低，而a*、b*值較高，但其白米之乙醇萃取物的DPPH清除率較高；另外，射頻乾燥糙米之胴裂較小，直鏈澱粉含量較高，但食味分數較低，整體而言，射頻可應用於稻穀的快速乾燥。

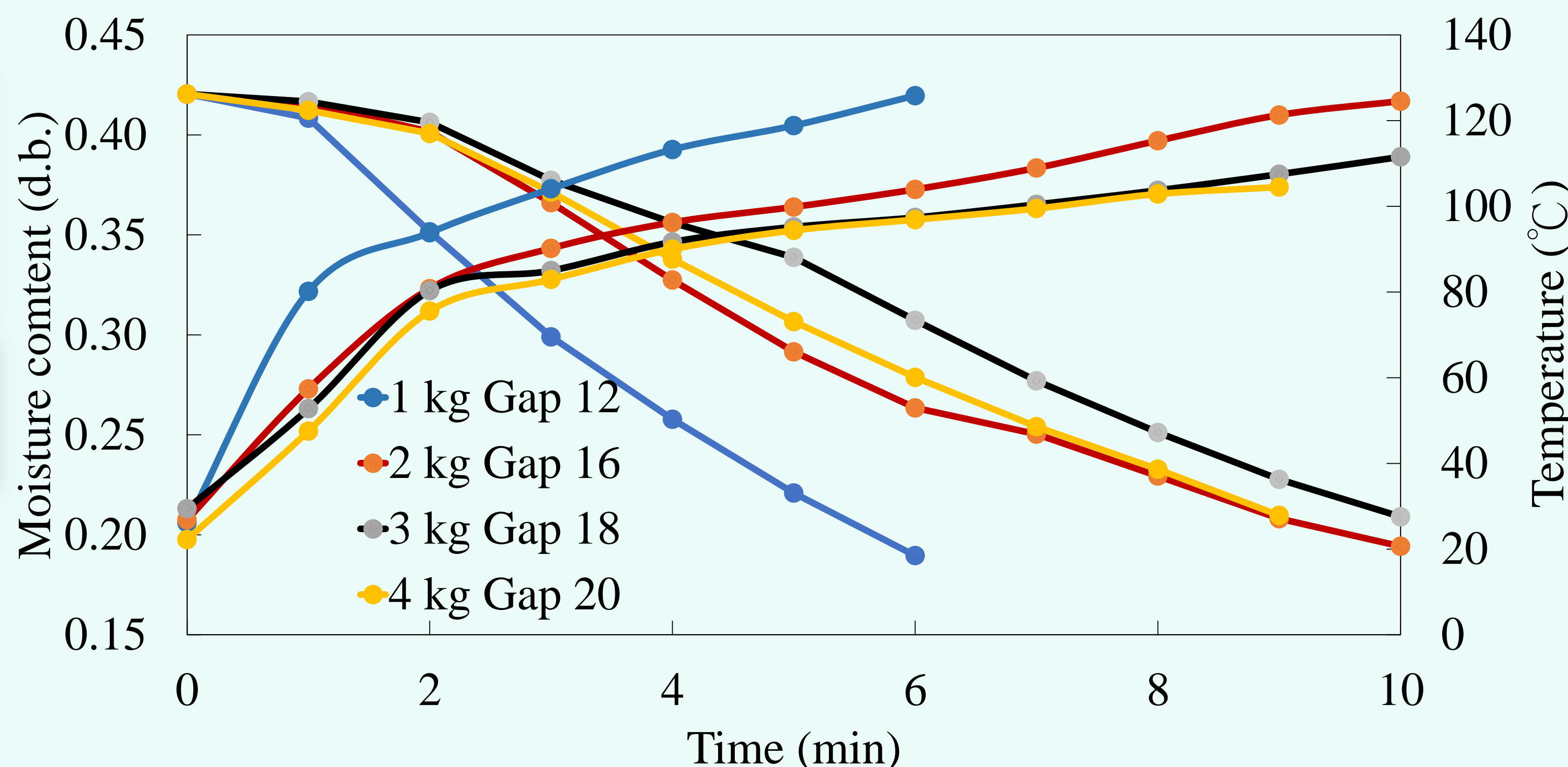
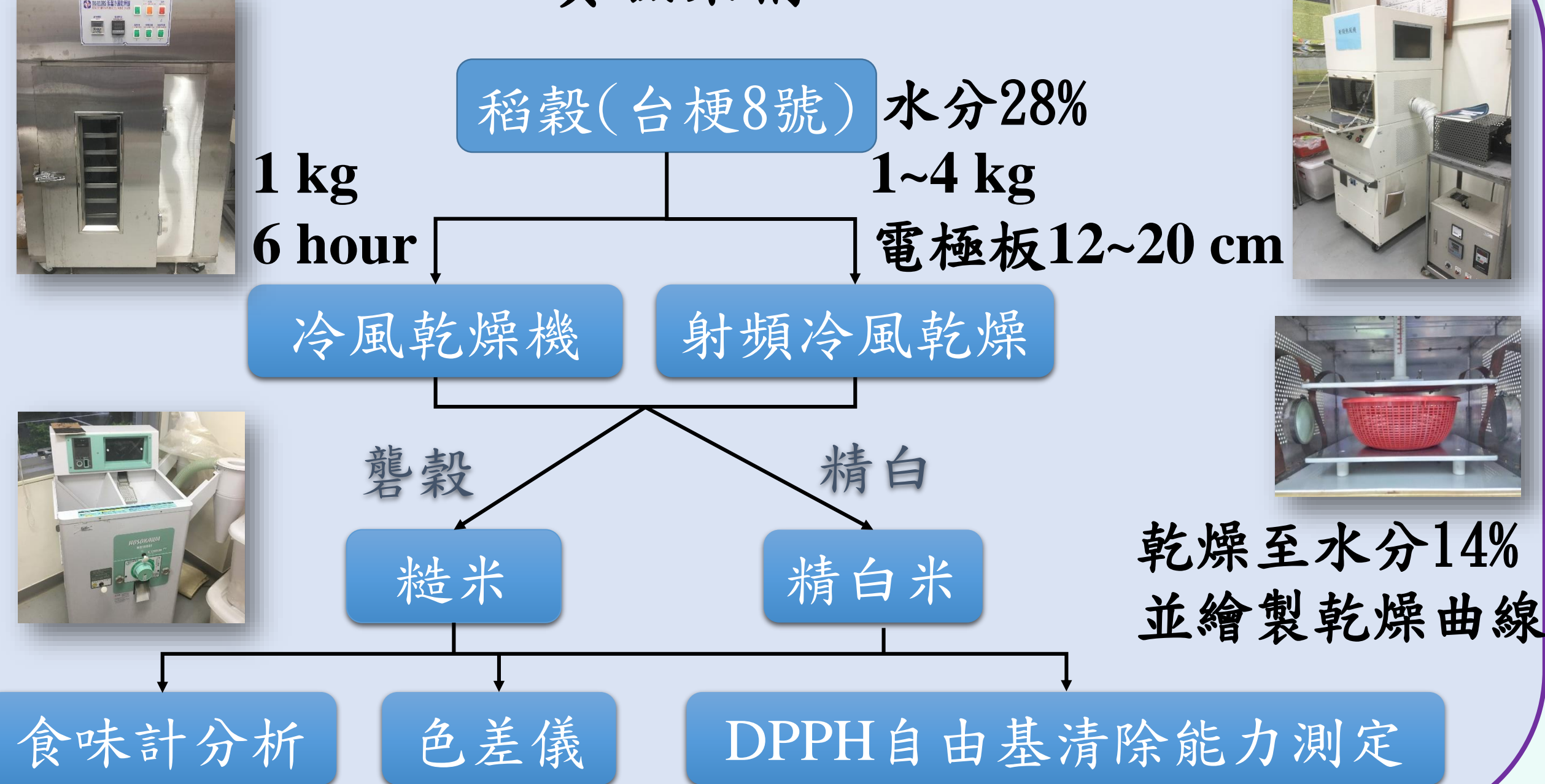
前言

稻米是台灣最重要的糧食作物，稻穀收穫後，必須乾燥至13~15%，方可貯藏或加工。目前稻穀乾燥所使用之循環式熱風乾燥機為延緩水分梯度之形成與擴大，採用「間歇性加溫」與「長時間均化」互相交替乾燥而成，此會耗費許多的時間與能量。射頻(radio frequency, RF)是一種電磁波，它的頻率在1~300 MHz，會使食品中的極性水分子快速旋轉振動摩擦與離子快速移動而生熱，此為整體加熱，可提高乾燥的速率，以達到節能。一般而言，射頻電極板間距越小，則射頻的輸出功率與乾燥效率隨著增加。本研究之目的為建立射頻乾燥濕稻穀之操作條件。

結果與討論

在此次1~4 kg稻穀的射頻乾燥時間非常短，維持於恆率乾燥期，僅10 min左右即完成，唯升溫快速，造成最終溫度已達100°C(圖一)，且約需要20 min降溫至50°C以下。射頻乾燥濕稻穀的能源消耗遠較冷風乾燥少(表一)。根據食味計對不同乾燥糙米和白米檢驗，在直鏈澱粉方面，以射頻較冷風乾燥的糙米和白米為高，除食味值以冷風乾燥較高，其他的成分並無明顯差異(表二)。經射頻處理過之稻穀，其糙米、白米之L*值均下降，a*、b*值均提高，亮度較暗，且顏色偏黃；糙米之胴裂率以射頻乾燥較冷風乾燥低；白米之收率以射頻乾燥的52.5%高於冷風乾燥的47.1%(表三)；射頻乾燥白米之碎米率達35.5%，較冷風乾燥白米之碎米率39.5%為低。圖二顯示以酒精萃取射頻乾燥及冷風乾燥之糙米及白米之清除DPPH自由基能力；使用射頻乾燥之稻穀，其白米之DPPH清除率分別為86.1%，較冷風乾燥之白米的18.6%為高。

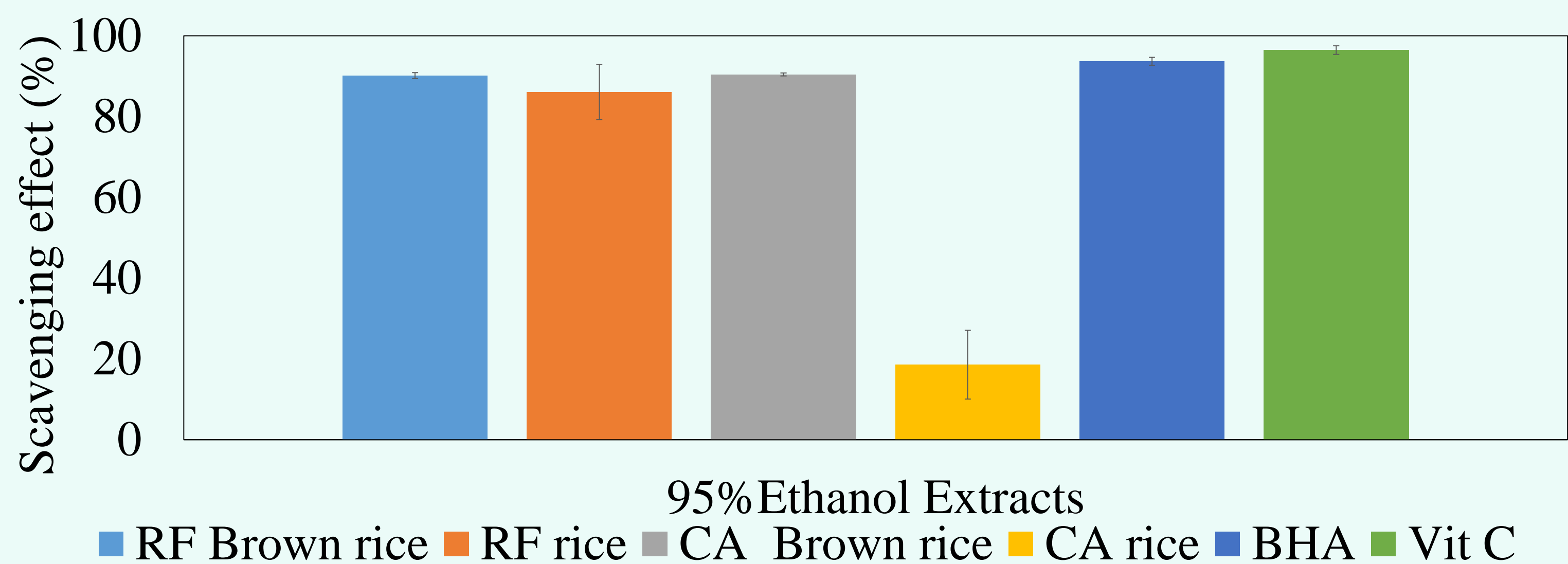
實驗架構



圖一、不同濕稻穀裝載量在不同射頻電極板間距處理下之乾燥和升溫曲線。

表一、稻穀在射頻乾燥和冷風乾燥之乾燥時間、速率及耗能

Loading (kg)	RF Electrode gap (cm)	Drying rate (g/min)	Drying time (min)	Total energy (kWh)
1	12	29.2	5.5	0.28
2	16	34.3	10.2	0.58
3	18	48.3	11.4	0.79
4	20	73.6	10.1	0.80
1	Cold air drying	0.45	360	21.89



圖二、射頻處理之糙米、白米之DPPH自由基清除能力(100 mg/mL)。

表二、不同方法乾燥對糙米與精白米之品質分析

Rice drying methods	Moisture (%)	Protein (%)	Amylose (%)	Fat acidity (mg KOH/g)	Taste value	L*	a*	b*	Yield (%)	Cracking ratio (%)	
Brown rice	RF	15.1±0.0*	7.9±1.0*	18.8±0.2*	0.21±0.1*	63.0±1.0	62.48±1.05	2.72±0.35*	27.17±0.43*	80.7±0.2	2.9±0.5
Brown rice	CA	14.4±0.1	7.6±0.0	16.9±0.2	0.18±0.1	74.3±0.6*	66.49±0.29*	1.85±0.26	24.14±0.37	79.4±1.0	8.5±1.8*
Rice	RF	14.3±0.0*	6.1±0.1	19.9±0.4*	-	80.3±0.6	77.20±0.36	-1.09±0.10*	22.60±0.48*	52.5±0.6*	35.5±0.7
Rice	CA	13.2±0.1	6.3±0.2	13.8±0.5	-	86.3±1.5*	83.35±0.15*	-1.33±0.04	15.98±0.21	47.1±0.9	39.5±0.7*

Means with * are significantly different between RF and CA drying (p < 0.05).

結論

使用射頻乾燥稻穀，無論裝載量大小，在適當的射頻間距下，稻穀可在10 min內將水分含量降低至14%以下，故射頻乾燥兼具省時與節能之優勢。射頻乾燥之稻穀經糙穀、精白後，相較冷風乾燥之糙米及白米，顏色均較黃，較高的直鏈澱粉含量，且具高收率、低胴裂率和低碎米率。