

微波乾燥結合熱風乾燥改善截切甘藍葉片之 乾燥速率與產品理化品質之研究¹

張嘉滿²、石正中³

摘 要

張嘉滿、石正中。2022。微波乾燥結合熱風乾燥改善截切甘藍葉片之乾燥速率與產品理化品質之研究。臺南區農業改良場研究彙報 79：12-22。

甘藍為臺灣重要的蔬菜作物，冬季時容易生產過剩，發生產銷失衡的現象，本研究以熱風乾燥與微波乾燥等加工方法將切割甘藍進行乾燥，製成甘藍菜乾以增加甘藍之利用性與價值，除可供一般市場販售外，同時可提供食品加工業者開發相關製品，擴大甘藍消費市場以穩定供需並增進農民收益。結果顯示，結合微波乾燥與熱風乾燥之加工方式可大幅降低加工時間，相較傳統熱風乾燥需 12 ~ 18 小時乾燥時間，此方法僅需 3.5 小時即可去除 95% 以上之水分含量，水分活性降至 0.48。本加工方法亦可改善傳統熱風乾燥製品較不受喜好之暗黃褐色，製成明亮度較高、偏綠黃色且較高色度之甘藍菜乾。

現有技術：目前市面上以熱風乾燥製程之甘藍菜乾雖有成本低、復水比高、批次產量大等優點。但是品質上仍有色澤較深與略有發酵味等缺點。

創新內容：利用微波乾燥結合熱風乾燥技術可大幅降低加工時間，改進甘藍菜乾燥加工品質。

對產業影響：本技術有助於甘藍盛產時期的快速去化，調節供過於求之壓力，可進一步作為高值化農業素材，提升產品附加價值，增進農民生產收益。

關鍵字：甘藍、微波乾燥、菜乾

接受日期：2022 年 4 月 1 日

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 543 號。

2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場助理研究員。712009 臺南市新化區牧場 70 號。

3. 國立宜蘭大學園藝學系教授。

前 言

甘藍 (*Brassica oleracea*) 為十字花科 (Cruciferae) 蕓苔屬 (*Brassica*) 之作物，甘藍性喜冷涼氣候，最適生長溫度 15 ~ 25°C，國內栽培品種依食用方式可分為鮮食為主的品種，如初秋、春秋、高峰、夏峰、新峰、新秋、雪翠、臺中 1 號、臺中 2 號等品種，加工品種則使用‘大蕊’、‘228’等品種，由於含水量較低，適於水餃與包子加工用⁽⁵⁾。甘藍是臺灣產量最高之葉菜類作物，是日常生活中不可或缺的蔬菜，國內生產上常有產銷失衡情況⁽⁶⁾。目前市面上以熱風乾燥製造之甘藍菜乾雖有成本低、復水比高、批次產量大等優點，然品質上仍有色澤較深與略有發酵味等缺點。

微波乾燥是微波通過與產品直接相互作用將電磁能在瞬間轉化為熱能，造成產品快速脫水乾燥技術。微波輻射是電磁波頻譜低能量部分，範圍從 300 MHz 到 300 GHz 不等。由於食品中水分子隨外加電磁波的時間振盪會摩擦其他分子而造成升溫，因此會導致內部快速加熱，提高減率乾燥 (decreasing rate drying) 期間的乾燥速率，由於乾燥率高，乾燥均勻，可以提高食品材料的品質，故廣泛用於食品材料乾燥之操作⁽⁴⁾。在減率乾燥期間，一般熱風乾燥導致樣品收縮和表面水分含量低。然而在微波乾燥過程中，食品材料內部產生蒸汽形成壓力梯度，這些蒸汽被迫向外移動。因此，微波乾燥可以防止食品材料的收縮並保持較佳之外觀。

微波處理主要用於脫水等含水量相對較低的農產品脫水，如穀物、花卉和茶葉。由於大多數蔬菜和水果，含水量超過 90%，組織內的水分分佈不均勻，使用傳統微波設備用於脫水處理時，易出現加熱不均勻、局部焦化、脫水效率低等現象，影響脫水後的產品品質。為了提高產品烘乾的乾燥效率和品質，微波乾燥可以與其他乾燥方法相結合，如微波熱風乾燥、微波冷凍乾燥、微波真空乾燥、微波空氣噴出乾燥和微波空氣強制乾燥以烘乾食品材料。使用微波乾燥或與其他乾燥方法相結合，已在實驗室研究和工業應用中顯示為快速脫水的方法之一。當微波乾燥結合低壓環境，使乾燥溫度降低時，除在某些情況下冷凍乾燥外，保持遇熱不安定和氧化敏感的營養物質、風味物質和生物活性分子被認為與其他乾燥技術相同或更有效⁽⁹⁾。蘋果丁使用微波輔助噴流層乾燥 (spouted bed drying) 時，採用有限差分方法 (finite-difference methods, FDM) 分析得知，在乾燥的初始階段，熱空氣和微波分別將能量輸送到樣品的表面和內部區域，因此在乾燥的初始階段，溫度迅速升高，當表面溫度超過周圍熱空氣溫度時，可以在樣品表面觀察到對流冷卻。經過一段特定的乾燥期，樣品的水分蒸發量和溫度幾乎保持不變，此為微波輔助噴流層乾燥的獨有特性⁽¹¹⁾。由於微波輔助噴流層乾燥技術可以保持材料在一恆定乾燥溫度，適用於熱敏感食品材料的脫水乾燥方法。當微波加熱與冷凍乾燥相結合 (Microwave-assisted freeze drying, MFD)，微波能量很容易穿透冰層，因此與傳統冷凍乾燥相比，微波能量的乾燥時間減少了約 50% ~ 75%⁽¹⁰⁾。對各種食品進行的微波冷凍乾燥的加工品質研究，如鈕扣蘑菇⁽⁷⁾，重組混合薯與蘋果片⁽¹²⁾，海參⁽⁸⁾，和秋葵⁽¹³⁾，結果顯示與傳統冷凍乾燥相比，微波冷凍乾燥法能有類似的產品品質，但成本更低。銀杏葉以微波冷凍乾燥法進行生產粗蛋白粉的乾燥條件優化試驗，結果顯示樣品厚度對乾燥時間有直接關係，微波功率對乾燥時間有間接影響，微波冷凍乾燥的乾燥時間比傳統的冷凍乾燥短⁽¹⁰⁾。因此，微波冷凍乾燥是一種可行的替代技術，它提供了一個經濟的乾燥過程。

本研究利用微波乾燥結合熱風乾燥技術改進加工製程，以期提升甘藍菜乾加工速率與產

品品質為主要研究目的。利用適當加工技術，開發出具市場潛力之新穎加工品或改善目前加工品品質如色澤較深或化學漂白劑添加的疑慮，以增加消費管道，作為解決產銷失衡方法之一。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗所使用之生鮮甘藍，係購自於傳統市場，品種為初秋，是目前栽種數量最多的品種，約有 7 ~ 8 成市占率。主要特徵為其葉梗細、葉球蓬鬆且富含水分、口感脆嫩，適合炒食。

二、試驗方法

(一) 甘藍乾燥條件之確立

1. 材料前處理

市售新鮮甘藍菜去除外葉與蟲害部分葉片，截切成 2 公分寬度之大小，以 90°C 熱水殺菁 1 分鐘，瀝除多餘水分後，進行後續乾燥條件試驗。

2. 熱風乾燥條件測試與建立

設定不同熱風乾燥溫度 (40 ~ 70°C)，每批樣品固定重量進行乾燥，並固定乾燥時間取樣測定重量變化與水活性，記錄乾燥時間與重量變化以建立乾燥曲線。本試驗使用的熱風乾燥機 (亮盛企業有限公司，型號 LO-460)，其內部具有加熱器、除濕機、壓縮機以及風扇等，電壓 220V/60HZ，乾燥箱內部具有 10 層不鏽鋼層架。

3. 微波乾燥結合熱風乾燥加工試驗

將殺菁後的甘藍菜分為兩部分，一部分以 1,000 watts (NN-ST65J, Panasonic) 微波強度進行脫水乾燥 (此時為甘藍菜乾的第一階段乾燥試驗)，經微波乾燥之甘藍菜乾置於送風式熱風乾燥機以 60°C 進行第二階段的乾燥試驗，記錄兩階段的乾燥時間與重量變化以建立乾燥曲線。

(二) 包裝方式對甘藍菜乾貯藏之色澤與脆度之影響

將乾燥後的甘藍菜乾分別秤取 5 g 之樣品，分別裝入真空包裝袋 (15 cm × 15 cm, Food Saver, USA, PE, 分有光面和霧面，厚度分別是 3 mm 與 11.5 mm) 後不抽真空與抽真空包裝封口方式各 10 重複，包裝後的甘藍菜乾置於常溫下貯藏，於貯藏後 30、60 日調查菜乾色澤及復水後之脆度變化。

(三) 甘藍菜乾之品質及理化性質分析

1. 水活性 (Water Activity, Aw) 測定

利用水活性與溫濕度儀 (ClimMate-aw, Novasina, Swiss) 測定乾燥甘藍菜乾之水活性，樣品測定 3 重複，取其平均值。

2. 水分含量測定

甘藍菜乾水分含量，使用開放式紅外線水分分析儀 (IR-Moisture Meter, YL-1A) 測定，溫度 105°C，水分蒸發速率 0.05% 以下 / 分鐘，取 1g 樣品乾燥至恆定重量，樣品測定 3 重複，取其平均值。水分含量以重量百分比表示。

3. 復水性測試與復水比之測定

將乾燥葉片加入 98℃ 熱水中，浸泡 3 分鐘，以濾網過濾水並用掉多餘水分後秤重，樣品測定 3 重複，取其平均值。計算公式為：復水比 = 乾燥蔬菜復水後重量 / 乾燥蔬菜復水前重量。

4. 脆度測定

甘藍菜乾復水後，採用物性測定儀 TA.XT. Plus texture analyzer (Stable Micro Systems, United Kingdom) 及 A/MORS 刀片狀探頭進行脆度試驗，測試速率為 1 mm/s，探頭與樣品間距 10 mm，以剪力 (shear) 試驗評估質地。取復水瀝乾後固定重量 (30 g) 之甘藍菜乾片平鋪於培養皿中，截切量測其最大穿透力值即為脆度 (g/cm^2)，值越小者表示脆度越大，每組樣品進行 5 重複，取其平均值。

5. 色澤分析

以色差儀 (Color differential meter, ZE-2000, Nippon Denshoku, Co., LTD., Tokyo, Japan) 測定甘藍菜乾色澤。樣品測定 5 重複，取其平均值。

6. 統計分析

試驗結果重複性，以平均值 \pm 標準差表示之，數據使用 SAS 9.3 (Institute Inc, 2012) 統計套裝軟體與 SigmaPlot 10.0 進行統計分析與繪圖。

結果與討論

一、截切甘藍菜乾燥條件之確立

(一) 熱風乾燥條件測試與建立

為決定熱風乾燥所需操作時間，截切甘藍葉片經由不同熱風溫度 (40 ~ 70℃) 乾燥後，將甘藍菜乾的水分含量和乾燥時間作圖以求得乾燥曲線。隨著熱風乾燥溫度增加，乾燥速率加快，以熱風 70℃ 的乾燥速度最快，甘藍菜乾僅需 5 小時即可達到水活性 (Aw) 低於 0.6、去除約 93% 重量之水分，熱風 40、50℃ 熱風乾燥條件分別需要 12 和 8 小時才可得水活性 (Aw) 低於 0.6 的甘藍菜乾。比較不同熱風溫度處理的菜乾品質 (圖 1)。40、50℃ 可維持較佳的色澤、復水性與口感，然而乾燥時間過長，菜梗部分不容易乾燥，熱風 70℃ 乾燥的菜乾色澤黃褐嚴重，賣相不佳。容易導致甘藍菜乾表面硬化或表面硬殼 (case hardening) 的情形發生，菜乾破碎率亦相對提高，因此甘藍菜乾的熱風乾燥以 60℃ 作為溫度處理條件進行後續試驗。

(二) 微波結合熱風乾燥加工試驗

殺菁後之截切甘藍葉片以 1,000 Watts 微波功率乾燥過程中重量變化如圖 2 所示。甘藍菜乾中水分以平均每分鐘 2.34% 重量之速率迅速被去除，30 分鐘乾燥時間即可去除約 70% 重量之水分，乾燥時間較一般熱風乾燥大幅降低。本試驗中發現，去除重量 70% 之水分後，如持續以高功率微波乾燥進行脫水，由於微波乾燥脫水快速，當水分含量較低時容易形成甘藍菜表面硬化，造成復水性不佳與過熱產生焦化現象。以微波乾燥麵條發現，高功率微波會造成麵條有燒焦、起泡產生，麵條色澤會依微波功率的增加而變深⁽¹⁾。以微波輔助熱風乾燥處理金棗蜜餞⁽³⁾，結果顯示直接將微波用於糖漬金棗會有汁液流失及果皮焦黑的缺點。因此微波乾燥仍需結合其他較緩和之乾燥方式，再進一步脫水乾燥以確保最終產品品質。

經過微波乾燥加工 30 分鐘後之甘藍菜乾達失重率約 70% (圖 2)，將此狀態之

甘藍菜乾再置於送風式熱風乾燥機中，設定 60°C 進行第二階段乾燥，每小時記錄累積失重率，結果顯示經熱風乾燥 1、2 與 3 小時後，累積失重率分別為 92.31、94.58 與 94.77% (圖 3)，顯示熱風乾燥 3 小時後之重量變化已不明顯，故以此為最終產品。

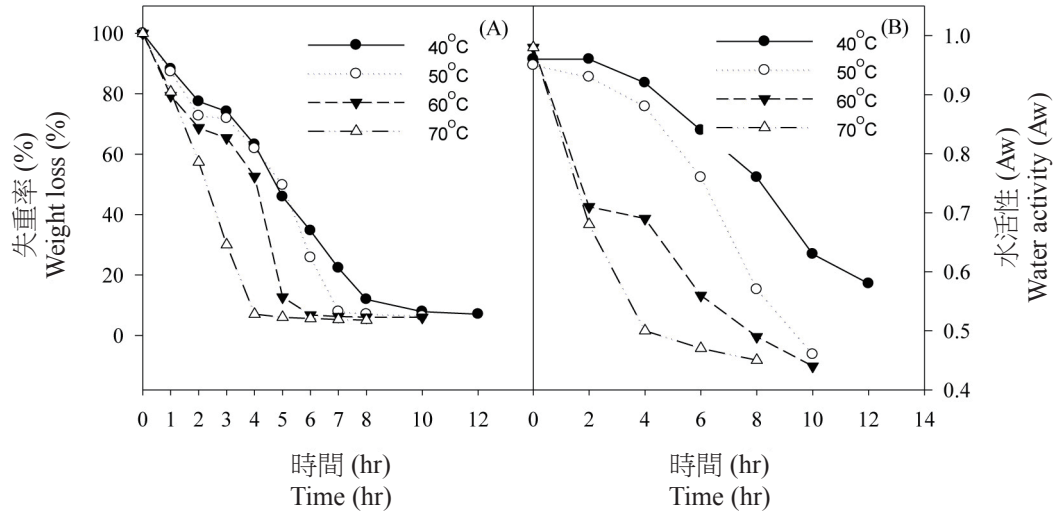


圖 1. 不同熱風溫度條件對截切甘藍葉片乾燥過程重量 (A) 與水活性 (B) 之變化
 Fig. 1. The weight loss (A) and water activity (Aw) (B) of shredded cabbage during dehydration process by conventional oven dehydration at different temperature (40 ~ 70°C)

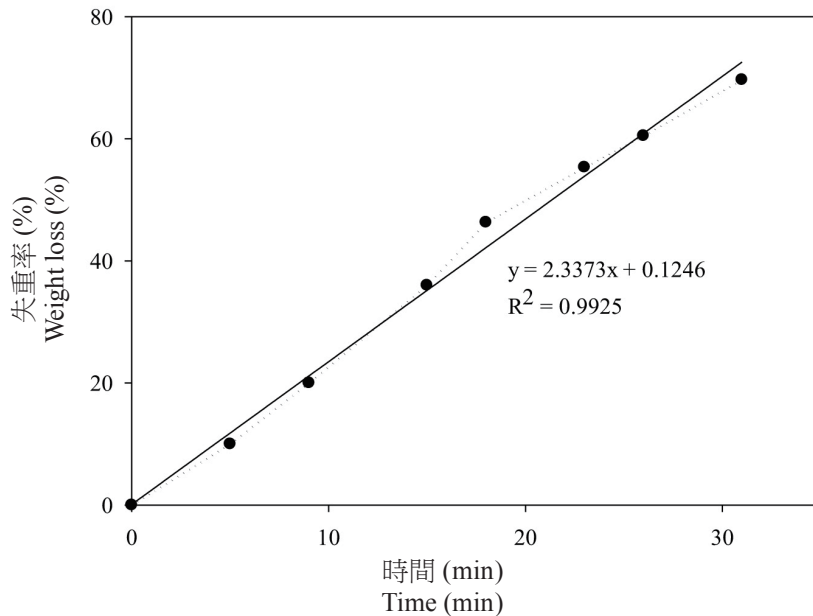


圖 2. 截切甘藍葉片微波乾燥過程重量變化
 Fig. 2. The weight loss of shredded cabbage during dehydration process by microwave (1,000 watt, 0 ~ 30 min)

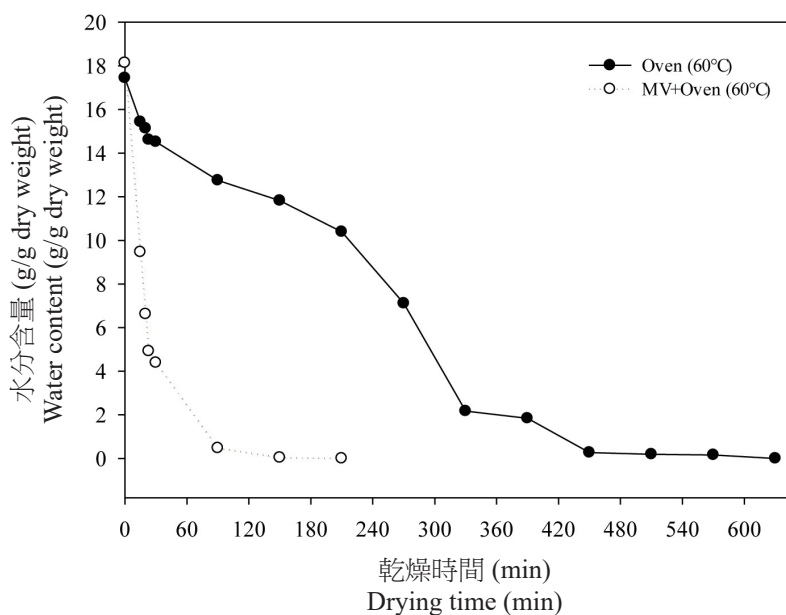


圖 3. 截切甘藍葉片以 60°C 熱風乾燥與微波結合熱風乾燥之乾燥曲線

Fig. 3. Drying curve of shredded cabbage dehydration by conventional oven dehydration (Oven) at 60°C and the combination of microwave (1,000watt, 30 min) and oven dehydration (MW + Oven) at 60°C

二、甘藍菜乾之品質及理化性質分析

測定結合微波與熱風乾燥達 3 小時以上之甘藍菜乾最終產品水分活性為 0.48，達到脫水乾燥食品安全水活性標準 ($A_w < 0.6$)。復水性分析結果顯示加入 90°C 熱水後靜置 3 分鐘平均復水比為 4.81，超過一般市售熱風乾燥甘藍菜乾 (3.28, 108 年試驗資料)。以最終產品累積失重率 94.77% 計算乾燥收率為 5.23%，即每公斤新鮮甘藍可產製 52.3 克之甘藍菜乾。甘藍菜乾經由 60°C 熱風乾燥 (Oven) 後之失重率為 94.58%，與微波結合熱風乾燥 (MW + Oven) 的甘藍菜乾最終含水量相近，分析兩種乾燥法的菜乾色澤發現，經由結合微波與熱風乾燥的甘藍菜乾色澤明亮度較高、色相偏黃綠且色彩飽和度較大，各項指標均明顯優於熱風乾燥加工之甘藍菜乾 (圖 4 與圖 5)。

三、甘藍菜乾貯藏觀察試驗

甘藍菜乾經長時間貯藏容易有色澤變深褐色的現象，為防止此一現象發生，以真空包裝進行貯藏試驗。於包裝後 30、60 天進行色澤分析與脆度變化，結果顯示菜乾經真空包裝後，在常溫下貯藏期間內可以維持菜乾有較佳之色澤 (圖 6)，明亮度變化幅度較小 (表 1)，而對照組 (無真空包裝) 的甘藍菜乾在 30 天後色澤已有明顯變化，60 天後 L 值由原本 58.7 降至 41.5，呈現明顯下降的趨勢，a 值由 -1.3 爬升到 10.5，h° 值由 95.3 降至 69.5，顯示隨著貯藏期間增加，無真空包裝的菜乾明亮度顯著降低且偏深黃褐色，推測為非酵素性褐變反應與維生素 C 裂解等因素造成。

在貯藏期間初期，對照組的菜乾經復水後的脆度略有下降的趨勢，隨著貯藏時間增加，脆度變化不顯著，而真空包裝的菜乾在貯藏期間，復水後的脆度無明顯變化 (表 1)。

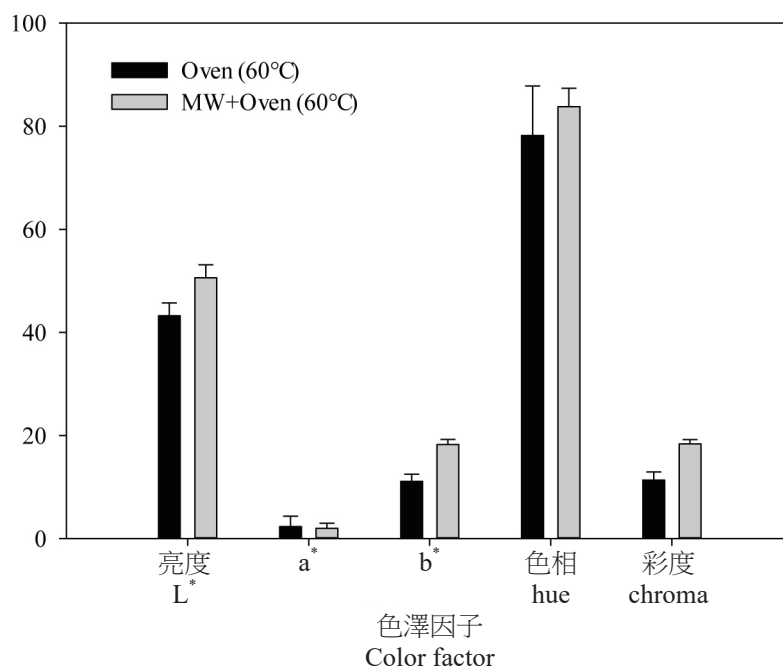


圖 4. 熱風乾燥 (Oven) 與微波熱風乾燥 (MW + Oven) 甘藍菜乾之色澤分析

Fig. 4. Color analysis of shredded cabbage dehydrated by conventional oven dehydration (Oven) at 60°C and the combination of microwave (1,000 watt, 30 min) and oven dehydration (MW + Oven) at 60°C



圖 5. 熱風乾燥 (上) 與微波熱風乾燥 (下) 甘藍菜乾

Fig. 5. Dehydrated shredded cabbage by conventional oven dehydration (top) and the combination of microwave and oven dehydration (down)

表 1. 甘藍菜乾分別以真空包裝及非真空包裝後貯藏期間之色澤與脆度分析

Table 1. Color analysis and crispness of dehydrated shredded cabbage packaged in PE bags with and without vacuum treatment during 60 days of storage

處理 Treatment	貯藏天數 Storage days	L	a	b	hue	chroma	脆度 crispness (mm)
PE 袋無真空處理 PE w/o vacuum	0	58.7bc	-1.3d	17.1d	95.3a	17.2d	2.5a
	30	56.0cd	3.2b	24.5bc	82.6d	24.7bc	3.3a
	60	41.5e	10.5a	28.7a	69.5e	30.6a	3.4a
PE 袋真空處理 PE w/ vacuum	0	61.4ab	-1.3d	23.2c	93.1b	23.3c	2.5a
	30	63.1a	-1.1d	25.5b	92.6b	25.5b	2.6a
	60	55.6d	2.2c	26.6ab	85.4c	26.7b	2.7a

^x Mean separation within columns by LSD test at $P < 0.05$.



圖 6. 真空包裝 (右) 及非真空包裝 (左) 室溫貯藏 60 日後的甘藍菜乾外觀

Fig. 6. The appearance of dehydrated shredded cabbage packaged in PE bags with (left) and without (right) vacuum treatment after 60 days storage

脫水甘藍色澤變深與風味略帶發酵上之缺點，主要因長時間熱風乾燥引發之非酵素性褐變與微生物發酵作用所致，為了減緩這兩項作用，關鍵在於降低乾燥處理的時間，將以此作為脫水甘藍品質改進的策略。微波乾燥可使食品內的極性水分子快速震動和離子移動而產生熱，以使水分蒸發而達到快速乾燥之效果，因此利用微波乾燥技術快速將殺菁後之甘藍水分含量降低，再以熱風乾燥將所剩之水分去除，如此可以大幅降低因長時間加熱所致色澤加深與發酵風味生成，以期大幅改善甘藍菜乾品質，相似結果在利用微波技術可以節省乾燥大蒜所需時間，並維持較佳的产品品質⁽¹⁵⁾。在鹹金柑蜜餞製程中，透過 3 kg, 3 kW 的微波乾燥條件只需耗時 350 min 即可使水分含量由 77% 降至

31%，同時擁有較好的明亮度與較軟的質地⁽⁴⁾。依據本試驗的方法，甘藍菜乾乾燥過程（圖 2）顯示，第一階段微波乾燥期間為恆率乾燥曲線（< 25 min），此時大部分水分快速去除，樣品表面水分的蒸發量與內部水分的擴散量達成平衡狀態。第二階段熱風乾燥期間（> 80 min）則包括第一與第二階段減率乾燥曲線（第一階段的減率乾燥期，樣品表面蒸發速率大於內部擴散速率，同時樣品溫度上升，樣品組織表面開始硬化，第二階段減率乾燥期，樣品組織大部分成膠狀，水分移動更為困難）⁽²⁾。在整體乾燥時間達 100 分鐘時絕大部分之水分即已去除完成，此後（> 100 min）隨乾燥時間增加重量減少已不明顯，顯示絕大部分自由水減率乾燥與毛細管水均已去除，已接近乾燥最終產品階段。

結 論

本試驗經由結合微波與熱風乾燥可快速降低切割甘藍菜葉中水分含量，大幅縮短乾燥時間，以此加工方法所生產之甘藍菜乾可保有較佳之色澤與理化性質，有效改善甘藍菜乾加工品質。為維持甘藍菜乾較佳之色澤，透過真空包裝可有效抑制甘藍菜乾室溫貯藏下褐變反應。未來可針對菜乾包裝方法與貯藏條件做進一步探討，開發高品質甘藍菜乾的保存方式。

引用文獻

1. 邱乙彧。2015。比較微波輔助及熱風乾燥對米糠麵條的理化性質及食用品質之影響。靜宜大學食品營養學系碩士論文。
2. 林淑瑗、顏裕鴻、王聯輝、蔡碧仁、鄔文盛、蕭泉源、林麗雲。2005。實用食品加工學。華格那企業有限公司，pp. 3-68。
3. 陳昫寧。2010。微波輔助熱風乾燥處理對金棗蜜餞製程能源效能與其產品品質之影響。國立宜蘭大學食品科學系碩士論文。
4. 鄭智遠、邱昌鈿、陳淑德。2019。微波乾燥鹹金柑蜜餞之研究。宜蘭大學生物資源學刊 15：91-104。
5. 蕭政弘。2017。甘藍產業特性與品種類型。臺中區農業專訊。96：3-5。
6. 謝明憲、蔡淳瑩。2015。臺灣外銷甘藍產業暨輸出日本機會分析。臺南區。農業專訊 93：3-9。
7. Duan, X., Liu, W. C., Ren, G. Y., Liu, L. L., and Liu, Y. H. 2016. Browning behavior of button mushrooms during microwave freeze-drying. *Drying Technology*. 34(11): 1373-1379.
8. Duan, X., Zhang, M., Li, X., and Mujumdar, A. S. 2008. Microwave freeze drying of sea cucumber coated with nanoscale silver. *Drying Technology*. 26(4): 413-419.
9. Durance, T. and Yaghmaee, P. 2011. Microwave dehydration of food and food ingredients. In "Comprehensive biotechnology" (2ed.) ed. by Moo-Young M. Academic Press, Burlington. 4: 617-628.
10. Fan, J. H., Chen, J., and Sze, S. H. 2012. Identifying complexes from protein interaction networks according to different types of neighborhood density. *Journal of Computational Biology*. 19(12): 1284-1294.

11. Feng, H., Tang, J., Cavalieri, R. P., and Plumb, O. A. (2001). Heat and mass transport in microwave drying of hygroscopic porous materials in a spouted bed. *AIChE Journal*, 74(7): 1499-1511.
12. Huang, L. L., Zhang, M., Mujumdar, A. S., and Lim, R. X. 2011. Comparison of four drying methods for re-structured mixed potato with apple chips. *Journal of Food Engineering*. 103(3): 279-284.
13. Jiang, N., Liu, C., Li, D., Zhang, Z., Liu, C., Wang, D., Niu, L., and Zhang, M. 2017. Evaluation of freeze drying combined with microwave vacuum drying for functional okra snacks: Antioxidant properties, sensory quality, and energy consumption. *LWT-Food Science and Technology*. 82: 216-226.
14. Nair, G. R., Li, Z., Garipey, Y., and Raghavan, V. 2011. Microwave drying of corn (*Zea mays* L. ssp.) for the seed industry. *Drying Technology*: 29(11): 1291-1296.
15. Sharma, G. P., and Prasad, S. 2001. Drying of garlic (*Allium sativum*) cloves by microwave-hot air combination. *Journal of food engineering*. 50(2): 99-105.

Effects of Microwave Plus Oven Dehydration on the Physical-chemical Properties of Dehydrated Shredded Cabbage¹

Chang, C. M.² and J. J. Shyr³

Abstract

Cabbage is an essential vegetable and is often over production during winter seasons in Taiwan. Therefore, dehydration is one of the promising techniques to preserve and create economic value added to fresh vegetables. In this study, we produced dehydrated shredded cabbage by conventional oven dehydration and by the combination of microwave plus oven dehydration. The dehydration time by conventional oven dehydration takes about 12 to 18 hrs, the combination of microwave plus oven dehydration had only 3.5 hrs to remove more than 95% of water content in cabbage shreds. As a result, the final product reached a water activity of 0.48. Furthermore, this processing method improved the dark and brownish yellow color of oven-dehydrated shredded cabbage and showed a light, yellowish-green, and high chroma color.

What is already known on this subject?

The quality of dehydrated shredded cabbage on the market produced by conventional oven dehydration showed a high rehydration ratio and more batch production. However, it still suffers disadvantages of brownish color and fermented smell.

What are the new findings?

The processing quality of dehydrated shredded cabbage can be improved by using the combination of microwave plus oven dehydration techniques, which also shortens the processing time of drying cabbage.

What is the expected impact on this field?

By using this processing method, overproduction of cabbage can be effectively utilized to ease the pressure of production and sales. It can also be further used as higher value-adding agricultural materials to increase added value and farmers' profit.

Key words: Cabbage, Microwave dehydration, Dehydrated shredded cabbage

Accepted for publication: April 1, 2022

-
1. Contribution No. 543 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
 2. Assistant Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712009, Taiwan, R.O.C.
 3. Professor, Department of Horticulture, National Ilan University.