

# 專 論

## 迴轉乾燥裝置乾燥木耳之研究

(初步報告)

### Drying of Jew's Ear in the Rotary Drying Device

國立臺灣大學農機系教授

張 漢 聖

Hang-Sun Chang

#### 摘 要

木耳含膠質，現行的乾燥法不論日晒或是採多層式箱型乾燥機，均需將木耳朵朵攤開，否則會粘在一起不易乾燥，費工頗多。

本研究嘗試以迴轉乾燥裝置乾燥木耳。由初步試驗所得結果顯示木耳可以堆積方式來乾燥。本研究結果亦顯示熱風溫度近60°C時可得木耳之最佳乾燥速率。

#### Abstract

The drying characteristics of Jew's Ear were investigated in a rotary drying device with lifters. The rotary device was found to be suitable for drying of Jew's Ear. The air flow temperature was found to be significant factor influencing the drying time. The most favorable drying rate was resulted where the drying air temperature was 60°C.

#### 一、前 言

木耳是東方人喜愛的食物，本省年有大量生產，除供國內需要外並有外銷<sup>(1)</sup>。木耳採收後，大多數是曬乾再出售，曬乾方便儲存也方便搬運因為體積縮小了許多。新採收的木耳含水率大於80%以上，如不儘快乾燥則不出三天就會生霉發臭，商品價值盡失。乾燥木耳，我國多年來沿用日晒法，也就是在晒場上將木耳攤開來晒。木耳含膠質，晒時必須朵朵分開，不能重疊，否則會粘在一起，不易晒乾。日晒法需要場地，又費時耗工。晚近亦有少數農民使用箱型多層式乾燥機，則木耳乾操作業不受天候影響，確是一大進步，惟木耳仍要朵朵攤開在

多孔乾燥盤上，費工亦多。

筆者曾造訪嘉義生產木耳專業農戶，有感於日晒法的落伍以及利用箱型多層式乾燥機仍需耗工甚多的缺點，乃嘗試以迴轉乾燥裝置乾燥木耳可行性的研究。

筆者認為迴轉乾燥裝置具有使乾燥物徐徐翻動的功能，故木耳可以不必朵朵攤開，因此可以堆積方式，以小空間乾燥大量木耳，如此應可望節省人工，其次為不斷翻動被乾燥物，故應不致有乾燥不均勻的情況發生，這也是一般箱型單層式或多層式乾燥機之通病。

本研究可供參考之相關文獻甚少，同時為進行本研究，先前已努力完成木耳平衡含水率之測定<sup>(4)</sup>

，其數據可作為相關研究或作業的參考。

本研究之主要目的在證明木耳可否以堆積方式來乾燥，至於進一步的程式模擬分析以及迴轉乾燥裝置之實用化問題，有待日後再行逐步探討。

## 二、材料與方法

### 1. 迴轉乾燥裝置

本研究使用的迴轉乾燥裝置如圖 1 所示。迴轉乾燥裝置之主體為一鐵質圓筒（滾筒）。滾筒直徑 38 公分，長 110 公分。滾筒兩端為多孔板，一端為進氣口，另一端為排氣口。排氣口之多孔板可以拆下以方便木耳裝入或取出。滾筒內壁裝有撥起板（lifter）（圖 2）14 片<sup>(3,6)</sup>，每片撥起板成 L 形，寬 15.5 公分，長 15.5 公分，彎曲角度 95°。撥起板具有在低位置時盛裝木耳待升至高位置時予以傾倒之功能。由滾筒內上方傾倒下來之木耳與流經之熱風成直角相交，如此以擴大木耳在滾筒內與熱空氣接觸的機會，使木耳乾燥加快。14 片撥起板成螺旋狀排列，滾筒迴轉木耳則被盛起傾倒此起彼落，連續不斷。

滾筒之旋轉由四個支持其重量的摩擦輪帶動。摩擦輪則由小馬達經變速裝置驅動。

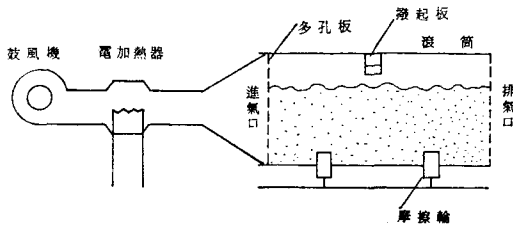


圖 1. 迴轉乾燥試驗裝置配置示意圖

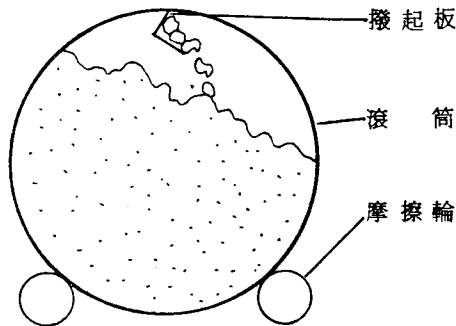


圖 2. 撥起板傾倒木耳情形

熱風產生器則由電加熱器與離心式鼓風機組成。

### 2. 儀器

本研究所使用之儀器如下：

(1) Yamatake-Honeywell 多點溫度記錄儀一臺。

(2) 英國 AD 公司 AM-5000 型螺旋槳式風速計 1 個。

(3) 烤箱乙臺。

(4) 精密數字天平一臺等。

### 3. 木耳

供試驗用新鮮木耳，係直接取自臺北市中央市場，而中央市場之新鮮木耳則來自埔里、霧峰、竹山等地區。

### 4. 試驗步驟

新鮮木耳稱過重量之後，隨即傾倒入滾筒內，啓動馬達進行試驗。

每隔 3 小時取樣一次，以測定木耳之含水率。

將木耳置於烤箱中，溫度設定在 90°C，經 24 小時後取出，量度失去之水份，由此求得木耳之含水率。

## 三、結果與討論

迴轉乾燥裝置製作完成之後，隨即展開試驗。開始的二次試探性試驗滾筒之迴轉數設定在 1rpm。滾筒內裝有 30 公斤初含水率為 90% 之濕木耳，幾占內部空間 4/5，此亦為設計上希望達到乾燥量。進入滾筒內熱風溫度經參考李庭槐先生的研究報告<sup>(2)</sup>定為 60°C。經 30 小時餘，木耳已乾至平衡含水率狀況。乾燥後的木耳，全部予以仔細檢視，無一未乾者發現，足證木耳可以堆積方式來乾燥。乾燥亦均勻，足證無死角存在，結果尚令人滿意，惟美中不足者，為發現不少破碎木耳。經研判破碎是由於木耳在滾筒內翻轉由上落下彼此碰撞所造成，降低滾筒迴轉速率可望減少木耳翻轉及由上落下之次數，因而使破碎率降低。接下來的試驗，滾筒轉速調整為 0.08rpm（~5 週/時）。果然，破碎率降至 2% 左右。假如不僅滾筒轉速連同撥起板的彎曲角度亦予以改變，是否能再降低破碎率又不影響乾燥速率，有待繼續探究。

滾筒轉速設定在0.08rpm，在七十四年五月至六月間共進行了四次試驗，依進行時間之先後將此四次試驗編號為A、B、C、D。就四次試驗所得結果數據摘要列於表1並分析討論如下：

表1. 木耳乾燥試驗記錄

試驗別	A	B	C	D
(1)試驗日期	74.5.20 ~24	74.5.29 ~6.1	74.6.3. ~7	74.6.14 ~17
乾燥前重量 (kg)	30	30.9	29.7	30.6
(2)乾燥後重量 (kg)	1.7	1.5	2.9	1.8
(3)乾燥前含水率 (%)	95.2	96.1	92.3	95.1
(3)平衡含水率 (%)	15.5	21.4	21.4	17.8
(2)乾燥時間 (hr)	30	34	47	30
(2)平均乾燥速率 (%/hr)	2.7	2.2	1.5	2.6
熱風溫度 (°C)	58-62	44-48	33-38	68-72
熱風風量 (CMM)	1.5	1.8	2.0	1.6

- (1)晝間試驗夜間停機
- (2)以達平衡含水率為計算標準
- (3)本報告之含水率均為濕基

### 1. 乾燥曲線

木耳在迴轉乾燥裝置中含水率變化曲線，其形狀在不同熱風溫度及風量試驗所得大致相同。試以A試驗為例，其平均乾燥曲線如圖3所示。由圖3可知，在乾燥前期，木耳含水率下降甚緩，此由於濕木耳幾占滾筒容積 $\frac{1}{4}$ ，可容許熱空氣通過之空間小，濕木耳逸出之水份未能有效立即為熱風所帶走。至乾燥中期，木耳已部份乾燥、體積縮小，滾筒

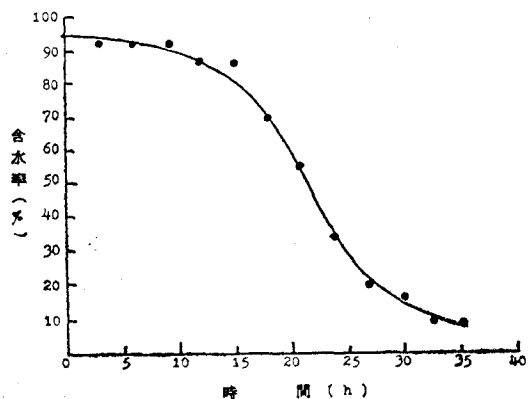


圖3. 平均木耳乾燥曲線 (A試驗)

內可容熱空氣通過之空間加大，木耳逸出之水份很快為熱風帶走，因之其含水率乃迅速下降。至乾燥末期，木耳內部所剩水份已無多難以逸出，故含水率下降趨於緩慢。

### 2. 乾燥均勻度

此處所討論的乾燥均勻度是將橫臥的滾筒分成前中後三段，近進氣口者為前段，近排氣口者為後段，用以比較前中後三段所得乾燥曲線之差異。試以A試驗為例，其前中後三段之乾燥曲線如圖4所示。

滾筒前段靠近進氣口熱風溫度最高，自然木耳含水率下降要比中、後兩段快。中、後兩段乾燥速率相當接近，有趣的是中段乾燥速率比後段稍慢些，其原因可能是熱風在排氣口處為多孔板所阻部份回流（渦流），使得後段木耳有重複受熱機會，故而乾燥速率稍較中段為佳。也因此，全部木耳是否確認已乾，應以中段取出之木耳樣品分析為準。

前段乾燥曲線與中後兩段所得者比較在乾燥中期相差較大，至乾燥後期差距漸漸縮小。

### 3. 熱風溫度與乾燥速率之關係

為探討熱風溫度與木耳乾燥速率之關係，熱風溫度理應設在某一定值以利比較，但由於木耳在乾燥期間其體積變化甚大，因之對於流經其間熱風產生之阻力亦有先大後小之差異，而加熱器產生之熱為一定值，熱風流量隨本身之阻力變化而有變化，於是熱風溫度難以維持在某一定值，此種現象在A、B、C、D四次試驗中均是如此。

茲將A、B、C、D四次試驗所得摘其熱風溫

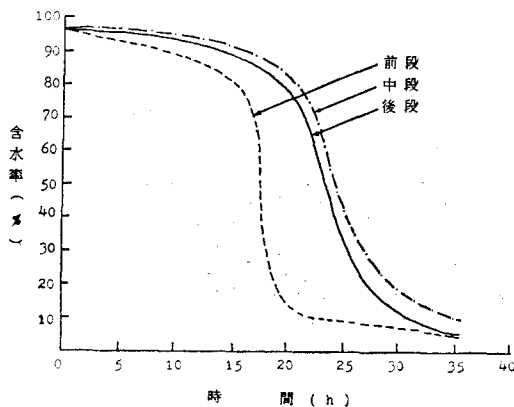


圖4. 滾筒前中後三段之木耳乾燥曲線 (A試驗)

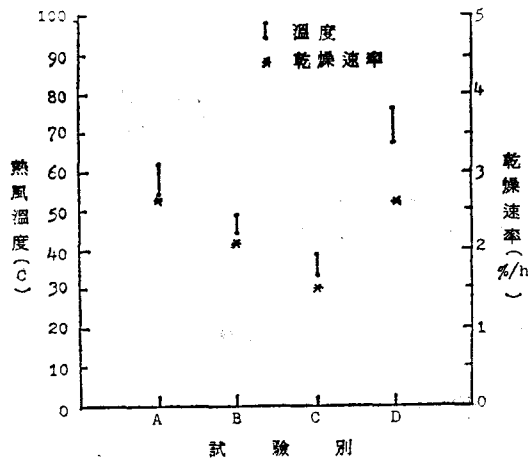


圖5. 熱風溫度與木耳乾燥速率之關係

度與乾燥速率二項繪於圖5。由圖5，比較A、B、C三次試驗，顯見熱風溫度愈高乾燥速率愈佳，幾成直線關係，顯然彼此關係十分顯著，但上述現象維持至60°C左右，及至如D試驗用70°C(68~72°C)左右之熱風溫度，則乾燥速率不再上升，顯見熱風溫度太高對於木耳乾燥速率之增加未能有所助益。

由圖5，熱風溫度在60°C左右時可獲得最佳乾燥速率，此項結果與李庭槐先生研究所得相同。

以上討論為初步試驗所得結果，至於撥起板的大小及其彎曲度是否會影響木耳乾燥速率以及滾筒的直徑與長度最適當的比例為何，均有待日後繼續探討。

#### 四、結 論

本研究獲致的結論，要言之：1. 木耳乾燥可以採用堆積方式；2. 熱風溫度為60°C時可得木耳最佳乾燥速率；3. 降低滾筒迴轉數可降低木耳之破損

率；4. 排氣口之多孔板略有助於提升鄰近排氣口部份木耳之乾燥速率。

#### 謝 啓

本研究經費承農委會計劃支助。計劃進行期間，臺大農機系買精石先生襄助尤多，在此深致謝忱。又同仁林華火先生製作試驗裝置，學生陳金淵協助試驗，在此一併致謝。

#### 參 考 文 獻

1. 杜自疆，「食用菇栽培技術」，豐年社，七十一年三月十五日。
2. 李庭槐，「木耳機械化乾燥方式之初步探討」，臺大農機系，七十一年十月廿五日。
3. 徐景福譯，「食品機械概論」，正文書局，七十一年七月十日初版。
4. 張漢聖、李國榮，「木耳平衡含水率之研究」，中國農業工程學報，第廿九卷第四期，七十二年十一月。
5. 馮丁樹譯，「穀物乾燥」，徐氏基金會出版，六十七年八月廿四日初版。
6. 顏道信譯，「化工程序機械」，復文書局，七十年二月初版。
7. Charm, S. E. 1978. The fundamentals of food engineering. 3rd Ed. AVI Publ. Co., Westport, Conn., U. S. A.
8. Henderson, M. S. and R. L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering. 3rd Ed. AVI Publ. Co., Westport, Conn., U. S. A.
9. Ramaswamy, H. S., K. V. Lo, and L. M. Staley. 1982. Air Drying of Shrimp. Canadian Agricultural Engineering. Vol. 24, No. 2, p. 123~128.

## 聯 豐 土 木 包 工 業

地址：四湖鄉湖四村中山西路43巷33號

電話：(053) 8 7 2 3 6 1