

濕羽毛在空心臥式脫水機內脫水試驗研究

A Study on Shaftless Horizontal Type Centrifugal Drier for Feather Drying

國立屏東農專農業機械工程科講師

陳 寶 川

Pao-chuan Chen

摘 要

羽毛用途很廣，本省主要為製成鷄毛掸子，絨毛衣被、裝飾品、胺基酸、肥料、飼料及其他等產品供內外銷。本省羽毛年產量約 10,000 公噸，外銷產逐年增加達 2,600 公噸賺取外匯約 6,011 萬美元，若能全部外銷，則其將達 20,000.00 萬美元之收入。

家禽屠宰後的羽毛，附有多量的水，須先乾燥才能貯存利用。現行乾燥方法為日晒法，本法需時長、佔地廣、不衛生。為縮短乾燥時間，經以家庭用脫水機脫水試驗結果，可將乾基含水率由 216% 降到 65% 左右，乾燥時間可減少 55%。

以家庭用脫水機做羽毛脫水工作可適合於少量屠宰業者，對大量屠宰業者，因其為豎軸式脫水槽，進出料必先停止脫水機，影響工作效率及浪費能量，已由作者研製一種空心臥式脫水機予以解決。

濕羽毛經在空心臥式脫水機內脫水試驗結果，其脫水筒切線速度 (V) 為 7.5 M/Sec 時可將含水率 (乾基) 降到 95% (濕基為 48.8%)， $V=12.14$ M/Sec 時可降到 69% (濕基為 40.8%)。

脫水筒之排水孔徑在 3.5mm 時，羽毛不裝入網袋脫水並無漏失情形，其脫水效果比裝入網袋者平均高達 7.3% (乾基)。

未經脫水之羽毛乾基含水率高達 216%，其乾燥時間約為(1)經研製之脫水機以 $\bar{V}=12.14$ M/Sec 脫水的 2.0 倍，(2)經家庭用脫水機高速段脫水的 2.2 倍，(3)超高速的 2.3 倍；因此濕羽毛應先行脫水以便減少乾燥時間。

Abstract

Feather is widely used in our daily life, such as: chicken-feather dusters, feather beds, feathered clothes and decorations, amino acid, fertilizers, and animal feed. The production of raw feather in Taiwan is about 10,000 tons in which about 2,600 tons are exported which earns about US\$ 60,110,000.00 per year. In case all of the feather can be exported, the income will increase to US\$200,000,000.00 per year.

Feather has to be dried before storage and utilization. The traditional sunbaked method has been used for drying the feather up to now. It needs vast land, takes much time and is not sanitary enough. For improvement, a centrifugal clothes drier was tested

for a primary operation in the drying process. The result showed that the moisture (dry basis) content lowered from 216% to 65%, and the drying time reduced about 55%. However, only small amount of raw feather can be dried with the centrifugal clothes drier at one time. Therefore, a shaftless horizontal type centrifugal feather drier is developed for mass drying. When the tangent velocity of the rotatory cylinder is 7.5 m/sec, the moisture content is lowered to 95%. When the tangent velocity of rotatory cylinder is 12.14m/sec, the moisture content is lowered to 69%.

一、前 言

根據臺灣農業年報資料顯示，本省畜牧生產年年增加，到目前為止，家禽年產量達一億七千萬多隻（其中雞約一億四千萬隻，鴨約二千七百萬隻，鵝約二百八十萬隻），副產羽毛約 10,000 公噸（其中雞毛 8,060 公噸，鴨毛 1,600 公噸，鵝毛 340 公噸）。羽毛用途很廣，目前省產羽毛主要用途為製成鷄毛揮子，高級絨毛衣被、裝飾品、胺基酸、肥料、飼料等供內外銷，賺取外匯。根據農發會出刊之「臺灣農產貿易統計要覽」顯示本省羽毛外銷價額逐年增加，到目前已超過六千萬美元，外銷單價也逐年增加（詳如表一、圖一）。惟外銷量只佔總產量之 1/4。

家禽屠宰後須用熱水泡燙，促使脫毛容易，因此脫下之羽毛附有很多水分，須經乾燥後才能貯存、利用，否則會發生惡臭，殊是難聞。目前一般乾燥方法為日晒法，此法需時長（約 2~3 日）且需人工翻動，乾燥末期易被風吹散、不易收集、造成髒亂，乾燥用地面積廣大，或佔用道路曝曬、不衛生，若遇雨天或大量屠宰時即發生乾燥問題，為解決上述問題，應設法盡量脫去附着在羽毛上的水分，以便減少乾燥時間，俾利機械乾燥之施行。

二、濕羽毛脫水促進乾燥之探討

羽毛內部之含水量已可使其長期貯存，不必再行乾燥處理，惟在家禽屠宰後羽毛外表附有相當多的水分，需要將該部份的水分移去才能保存或利用，傳統的乾燥方法為日晒法，此法需時多日，為加快乾燥速度，擬用以下流程來探討試驗之。

濕羽毛 → 離心脫水 → 乾燥 → 乾羽毛

利用高速脫水機將濕羽毛上附着的水先行脫去大部份再來乾燥，以現在家庭用脫水機供做試驗機

，先將濕羽毛投入脫水機內脫水，是否能脫去大部份水，再設計製造一種比該機種更理想之脫水機。利用濕羽毛在脫水機內高速旋轉下，其所產生之離心力大於水的內聚力時可將其附着羽毛上的水脫去，一直到兩力平衡為止，即

$$m \frac{V^2}{R} = \eta \frac{V}{\chi}$$

m：附着在羽毛上水質量

R：脫水筒半徑

V：脫水筒切線速度

χ：附着在羽毛上之水層厚度

η：粘滯係數

無法脫去之水分可用熱使之脫離羽毛表面。

三、方法與器材

(一)試驗材料與設備：

大同牌 TAWS-301 型單槽脫水機。

紅外線乾燥儀。

研製之空心臥式脫水機，如圖七，脫水筒內徑為 295 m.m.

無段變速馬達。

光電測速儀。

上皿天秤（可讀數達 $\frac{1}{100}$ g）

細孔紗網。

羽毛等。

(二)方法：

1.濕羽毛脫水試驗：

(1)濕羽毛經脫水與未脫水之比較

①將乾燥之羽毛 1550g 泡 80°C 熱水 5 分鐘，取出放置地面讓水自然流出到不滴水時（約需 5 分鐘）稱其重量，重覆 10 次。

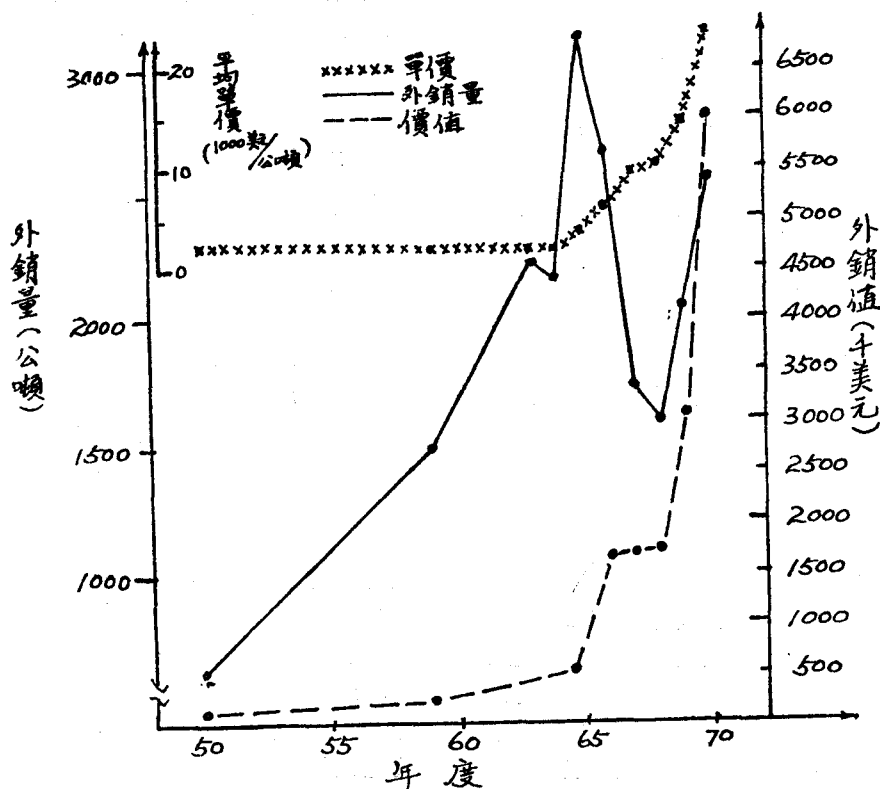
②同 ① 法將不再滴水之濕羽毛放入大同牌 TAWS-301 型脫水機內以高速脫水

表一、臺灣羽毛外銷量值

Table Quantity and Value of Poultry feathers (export)

年 份	50年 1961	59年 1970	63年 1974	64年 1975	65年 1976	66年 1977	67年 1978	68年 1979	69年 1980	70年 1981
數 量 (公噸) (Quantity)	614.0	1498	2240	2174	3111	2657	1737	1598	2052	2578
價 值 (千美元) (Value)	1366	3200	3818	4524	11126	16607	16840	17430	30097	60110
價 值 / 數 量 Value/Quantity	2.225	2.136	1.704	2.081	3.576	6.250	9.695	10.907	14.667	23.317

※取自臺灣農產貿易統計要覽 表 5-2. (行政院農發會農民服務處編 71.9.)



圖一 羽毛歷年外銷量、值、單價圖

1.5分鐘 (1.5分鐘後已不再有水由排水管流出)，取出稱其重，量重覆10次。

③同②法以超高段處理之。

為防止羽毛在泡水與脫水當中失落，因此在處理當中羽毛均裝入細孔網袋內。

2.濕羽毛放入新研製之空心臥式脫水機內脫水試驗。

(1)將1000g的乾羽毛泡水5分鐘 (水溫80°C)，取出裝入細孔網袋，在自行研製成的脫水

機內脫水，脫水時間分為1、2、3、4、5分鐘等5種，分別以297、354、472三種不同 r.p.m 之下試驗，(脫水後情形如圖八)。

3.濕羽毛裝袋與不裝袋之脫水試驗：

(1)將 1000g 的乾羽毛裝袋泡水 5 分鐘 (水溫 80°C) 後放入研製成之空心臥式脫水機內脫水 2 分鐘，脫水筒切線速度 (V) 分別以 0.94M/S, 1.86M/S, 2.80M/S, 3.73M/S,

表二、濕羽毛經脫水後之含水率表

處 理	乾 羽 毛 重 g	濕 羽 毛 平 均 重 \bar{x} g	含 水 率 %		附 註
			乾 基	濕 基	
未 用 脫 水 機 脫 水	1550	4901	216.2	68.4	
脫 水 機 高 速 段 脫 水 機	1550	2562	65.3	39.5	
脫 水 機 超 高 速 段 脫 水 機	1550	2531	63.3	38.7	

4.67M/S, 5.60M/S, 6.53M/S, 7.49M/S, 8.40M/S, 9.34M/S, 10.27M/S, 11.20M/S, 12.14M/S 等不同之速度來處理, 各重複 10次。

(2)同上法, 惟羽毛不裝袋, 直接放入筒內。

4. 羽毛乾燥試驗:

以 10g 乾羽毛泡水 5 分鐘 (水溫 80°C) 後取出, 分別以下四種方式處理, 再放置於上皿天秤上用紅外線來烘乾, 開始乾燥後每隔一分鐘讀記其重量到原乾羽毛重 (10g) 為止, 並記下乾燥所需時間, 重複 10 次。

(1)經過 5 分鐘滴水後上皿烘乾。

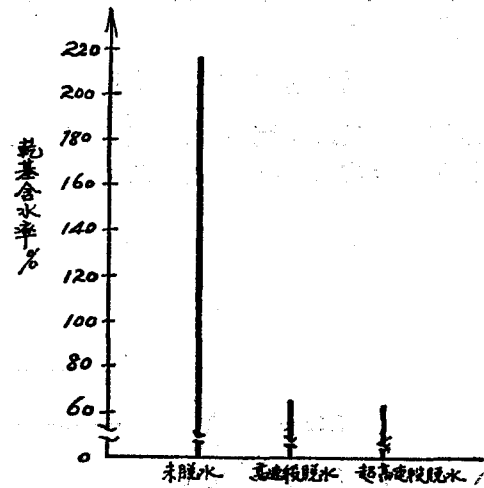
(2)取出後即放入空心臥式脫水機內脫水 2 分鐘後即上皿烘乾, (脫水筒切線速度設定為 12.14M/S)。

(3)取出後即放入家庭用脫水機高速段脫水 2 分鐘後即上皿烘乾。

(4)取出後即放入家庭用脫水機超高速段脫水 2 分鐘後即上皿烘乾。

時間也成正比。

3.根據圖四顯示空心臥式脫水機切線速度 $\bar{V}=0.94M/S$ 脫水效果最差, 其含水率與不脫水者相似。以 $\bar{V}=12.14M/S$ 時效果最好, 可見其脫水效率與切線速度成正比。 $\bar{V}=1.86\sim 5.60$



圖二 羽毛脫水後含水率比較圖

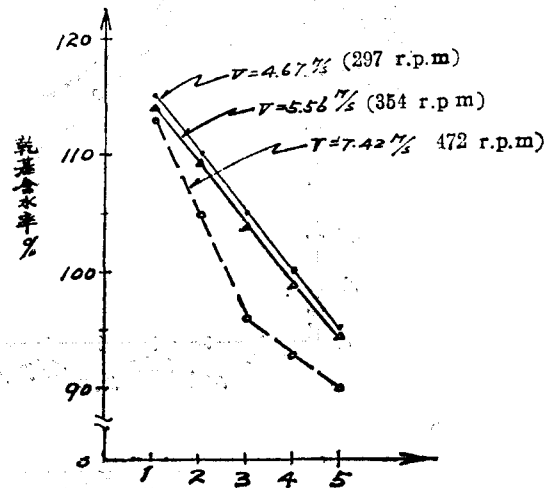
四、結果與討論

(一)結果:

- 1.濕羽毛經脫水與未脫水實驗結果比較如表二、圖二。
- 2.濕羽毛放入新研製之空心臥式脫水機內脫水試驗結果如圖三。
- 3.濕羽毛裝袋與不裝袋之脫水試驗結果如圖四。
- 4.羽毛乾燥試驗結果如圖五。在乾燥期間每分鐘減少水分量如圖六。其乾燥情形如表三。

(二)討論:

- 1.根據圖二顯示濕羽毛之乾燥先利用脫水機脫水再行乾燥是很有利的。高速段與超高速段相差只有 2.0% (乾基)。
- 2.根據圖三顯示在空心臥式脫水機切線速度在 4.7 ~ 7.4M/S 之間脫水效率與線速度成正比, 與



圖三 脫水時間與含水率關係圖

M/S 之間脫水效率非常良好，但是在 5.60M/S 以後就開始遞減。乾基含水率為 100% 時，羽毛裝袋者 $V=8.3M/S$ 始可達到，而未裝袋者只在 6.7M/S 時即可。 $\bar{V}=12.14M/S$ 時，前者乾基含水率為 72.1%，後者為 69.0%，因此在脫水時以不裝袋為理想，且轉動較平穩。

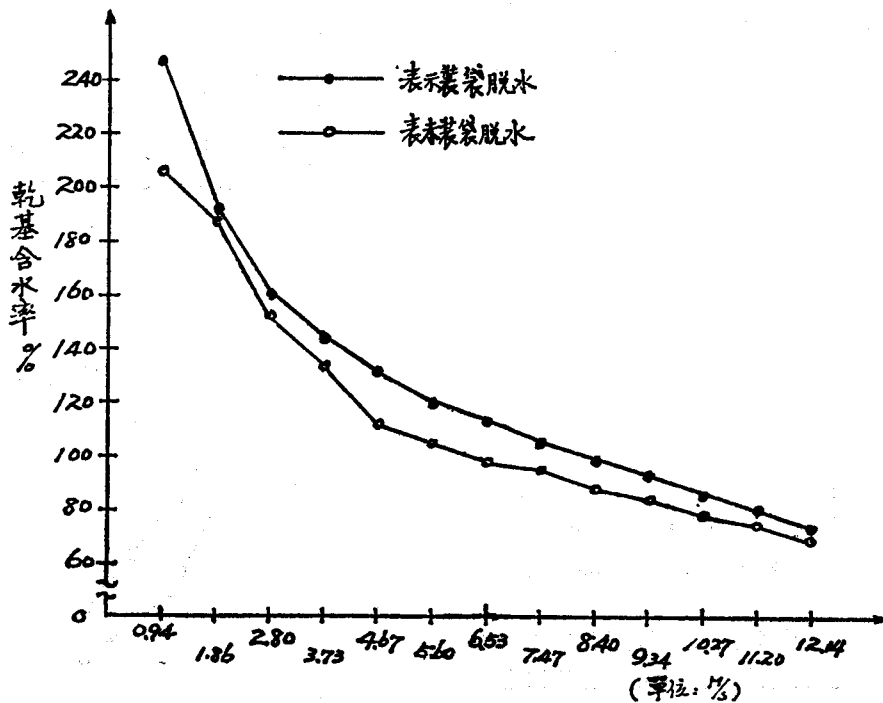
4. 根據圖五顯示濕羽毛乾燥時間以未經脫水者最長，約為 $\bar{V}=12.14M/S$ 時之 2.0 倍，高速脫水段 2.2 倍，超高速段的 2.3 倍。因此可知經脫水後乾燥時間可縮短一半以上。
5. 根據圖六顯示最初乾燥效率高，末期低且為減率乾燥。
6. 根據圖七、圖八尚須有給料裝置，以便脫水筒在進出料時不必停止，以提高工作效率及減少能源浪費。

五、結論與建議

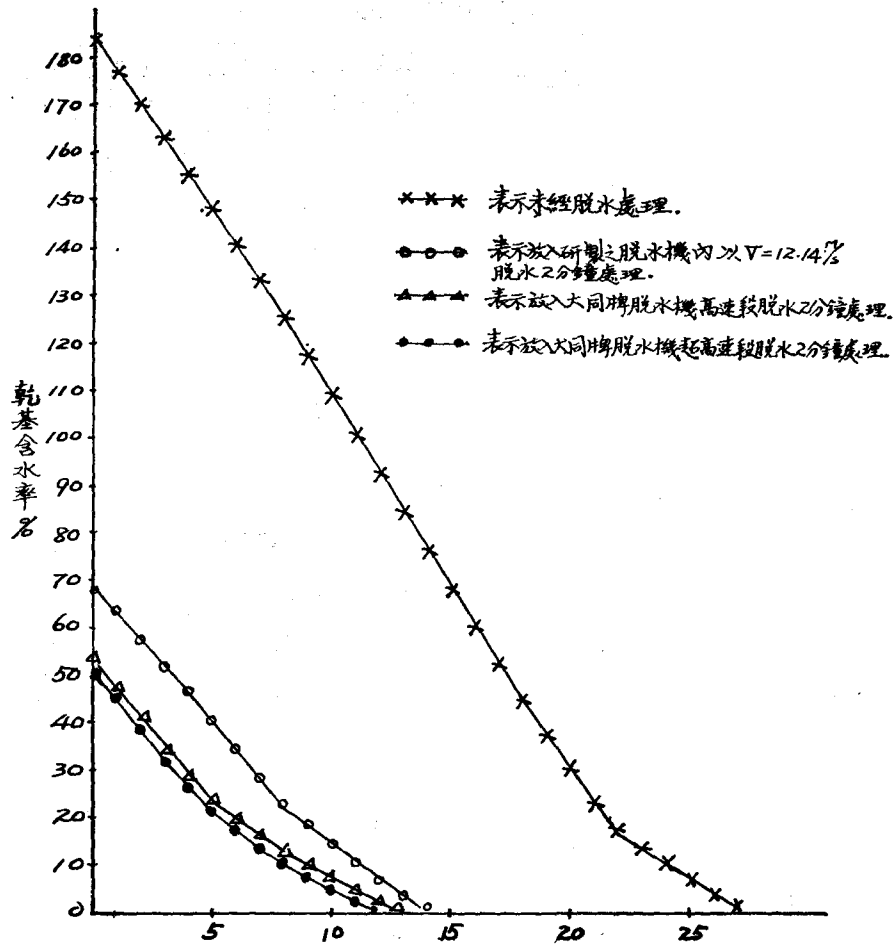
(一) 潮濕羽毛在脫水機脫水後其水附着率隨離心力增加而減少，在 $\bar{V}=7.5M/S$ 以上時，減少率成遞

減現象。在 $\bar{V}=12.14 M/S$ 時其乾燥速率比未脫水者快一倍，可做為設計脫水機之轉數依據。

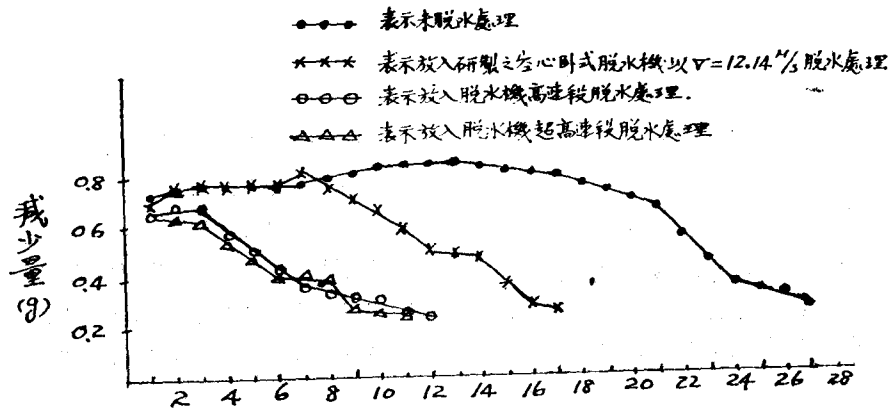
- (二) 新研製之中空臥式脫水機容易加設進出料裝置即可在進出料時不必停止脫水機，豎軸式者進出料時必須停止，減低效率及浪費能源。
- (三) 一般少量屠殺家禽者，濕羽毛只要以家庭用脫水機脫水即可。
- (四) 濕羽毛乾燥速度在末期也為減率乾燥現象。
- (五) 脫水機脫水筒切線速度 (\bar{V}) 須在 7.5M/S 以上，否則脫水效果不理想。
- (六) 未經脫水之濕羽毛乾基含水率高達 216%，乾燥費時，為縮短乾燥時間有先行脫水的必要。
- (七) 濕羽毛脫水乾燥時以不裝袋為理想，脫水筒上小孔徑為 3.5mm，並未發現小羽毛由其小孔飛出之情形，能符合脫水筒上小孔徑尺寸之要求。
- (八) 為使濕羽毛縮短乾燥時間，不受天候影響，提高品質，減少空氣污染，需先行脫水，隨後即以機械乾燥，因此需另研製適合羽毛特性之乾燥機。



圖四 脫水筒切線速度與含水率關係圖



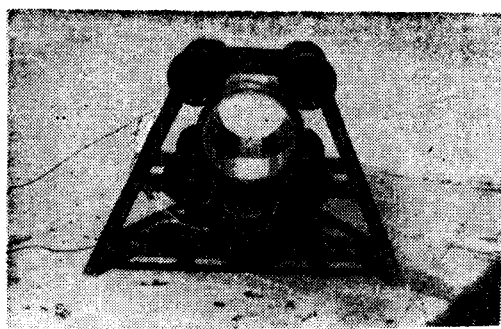
圖五 羽毛乾燥速度圖 (乾燥時間:分鐘)



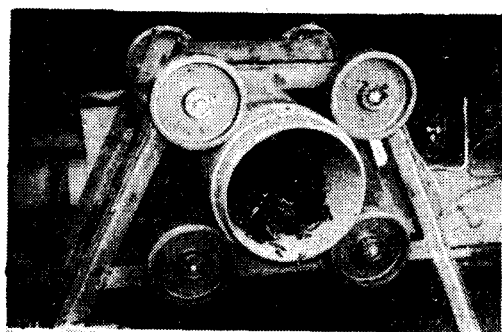
圖六 濕羽毛乾燥期間水分減少情形圖 (時間:分)

表三、濕羽毛乾燥表

處 理	未脫水處理	放入研製之脫水機內 以 $\bar{v}=12.14\text{M/S}$ 脫水	放入大同牌脫水機內脫水	
			高 速 段	超 高 速 段
試料乾重(g)	100	100	10.0	10.0
脫水時間(分)	0	2	2	2
脫水後重量(g)	28.49	16.91	15.34	15.25
含水率(乾基)%	184.9	69.1	53.4	52.5
乾燥溫度(°C)	55.0	55.0	55.0	55.0
乾燥到原試料乾重(10g)所需之時間	27分35秒	14分1秒	12分30秒	12分0秒
乾燥時間指數	100	50.7	45.3	43.5



圖七 空心臥式脫水機



圖八 濕羽毛脫水後之情形

六、謝 誌

本試驗經費承蒙農發會提供，農發會吳維健技正、彭添松技正、臺大陳貽倫博士等指導及屏東農專農機科、農機中心同仁協助特誌謝忱。

七、參 考 文 獻

1. 農林廳。1982. 臺灣農業年報，P. 13. 14. 15. 16. 17. 18.
2. 豐年社。1980. 臺灣農家要覽，P.1987, P.1998
3. 庄司英信等1970. 農產機械學，朝倉書局P.119~125.
4. 關昌揚譯1974. 農業機械實驗，徐氏基金會 P. 410~421.
5. 小栗富士雄等 1978. 標準機械設計圖表便覽，臺灣書局 P. 2-4~2-6.
6. Hendersen. S. M. & R. L. Perry 1970. Agricultural Process engineering P. 296~302.
7. R. H. Perry etc. 1969. Chemical Business Handbook.
8. 清水浩、田中勝千 1982. 家畜ふんの壓搾脫水性についての研究(第2報)、農業機械學會誌，第44卷第2號 P. 335~340.
9. 李庭槐 1983. 木耳機械化乾燥之研究、農業工程學報、第29卷第一期 P. 62~73.
10. 佐藤 壽等 1973. 物理化學、機械分析の基礎と實驗、コロナ社。 P. 71~77.