

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高職組 農業及生物科技科

091401

蒜頭乾燥物性之研究

學校名稱：國立民雄高級農工職業學校

作者：  職二 陳勁穎  職二 陳正維  職二 吳維仁  職二 許乃云	指導老師：  吳慶源  李卓擘
-------------------------------------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：蒜頭、乾燥、平衡含水率

## 摘要

本研究以 35、38 與 40°C 進行蒜頭乾燥試驗，40°C 乾燥有蒜味釋出，顯示不適用，35°C 乾燥速率比 38°C 慢，結果以 38°C 為最佳，乾燥至貯放含水率需 13 天。含水率測定以烤箱 105 及 130°C 乾燥 72 小時，兩者皆可求得乾物重，建議以 130°C 乾燥 72 小時測定。熱風溫度對蒜頭熱傳試驗，蒜球整顆欲達 35、38、40°C，預估時間分別為 9.6、8.2、8.8 小時，欲達設定溫度之乾燥速率，須達一定時間才有較高的乾燥效率及均勻性。以依序相對濕度法量測平衡含水率，指數函數迴歸之定性檢定呈均佈現象且定量檢定之相關係數  $R^2$  皆達 0.9771 以上，顯示指數方程式適用於此三溫階乾燥模式，35、38°C 可作為乾燥溫度，以 38°C 為佳，但三個溫階皆不宜作為貯藏操作溫度。

關鍵詞：蒜頭、乾燥、平衡含水率

# 壹、研究動機

## 一、研究動機

在 Discovery 頻道看到一則有關地球溫室效應的研究，科學家發現此效應與人類畜養的牛隻有關，研究指出牛隻排放甲烷會破壞臭氧層，心想牛隻小小的『甲烷』，居然如蝴蝶效應般引起暖化現象，科學家以蒜頭萃取物加入牛隻飲水，可大量減少甲烷排放量。蒜頭內含有蒜素、維生素、礦物質等，可活化細胞，強健身體，有益健康，除可供膳食藥療外，蒜素亦可作為植物病害之有機防治、其具抗生素又可作為飼料添加劑<sup>(18)</sup>，有鑒於大蒜的應用廣泛，想進一步針對蒜頭乾燥物性加以探討。

## 二、概述<sup>(3、4、15、16)</sup>

大蒜別名蒜頭、蒜仔，宿根性蔬菜。原產何處？何時引進？本省何時栽培？尚未定論。人類栽培數千年且其遍佈全世界，原產地眾說紛云，五千年前古埃及即有栽培，概非中土原產，推測在漢朝時張騫引進栽培。《台灣農家要覽》載我國栽培有兩千多年。台灣栽培至今有三百多年，本省近十年平均年產值約 22 億元。大蒜因不稔實，栽培只能選集優良蒜球。品種有西港蒲蒜、大片黑、大白葉、北蒜、花蒜等，以大片黑佔最多數。9~11 月種植，翌年 2~4 月採收。

## 三、大蒜的應用<sup>(6、9、18、20)</sup>

大蒜應用廣泛，除煮、生食外亦可做成蒜片、蒜粉、蒜精、罐頭、冷凍食品等。大蒜含蒜素、硫化物、維生素、鈣、磷、鐵、有機鍍、硒等。有機鍍含量為植物之冠，為食品、營養、醫藥學專家所重視，如六世紀《齊民要術》之食用大蒜實例、《本草綱目》之處方箋等。

#### 四、乾燥的目的<sup>(2、8、11、20)</sup>

自古以來，乾燥是保存農產品最簡易方法之一，乾燥後重量與體積均大減，耐久藏、防止變質、抑制發芽、方便運輸、增進氣味、殺除殘菌、蟲卵、抑制酵素、避免發酵及化學變化、將液態物質形成固態或濃縮、便利其他加工等。

#### 五、大蒜乾燥方法<sup>(4、5、9、19)</sup>

目前收穫方式，(一)以犁犁起，人工拔起並去土，置畦曝曬，待莖及根枯乾後裁去，裝袋運回乾燥，捆束法則只去其葉。(二)以收穫機處理直接裝袋運回乾燥。蒜頭乾燥有：一、捆束懸掛晾曬法：自然乾燥後以棚架或倉庫貯藏，市售整束者即為此法，常見於初產時期，如圖 1-1 所示。二、網袋乾燥貯藏法，自然乾燥一、二天去土，再使用箱型乾燥機乾燥。

#### 六、蒜頭處理溫度

關於蒜頭之處理溫度，錢氏<sup>(19)</sup>指出，蒜頭以 0℃ 及常溫貯藏，RH65~75%，可獲得 6~7、3~4 個月貯藏期限；郭氏<sup>(9)</sup>報導，以粗糠為熱能，38℃ 乾燥蒜頭；續氏<sup>(22)</sup>指出，溫度不可超過 60℃，貯藏以 38℃ 輔助完成；林氏<sup>(6)</sup>指出，蒜頭於 40℃ 下 30 天，生育不佳；林氏<sup>(4)</sup>指出，理想貯放溫度 28~30℃；林與顏<sup>(5)</sup>指出，貯放溫度 25~30℃，濕度 65~75%；鄧氏<sup>(18)</sup>指出，乾燥後維持 30℃ 貯放可達週年以上。

#### 七、乾燥原理<sup>(7、8、17、22)</sup>

乾燥是降低水分的一種加工方法，本研究採顯性加熱，利用原理是使蒜頭內部水蒸氣壓高於周圍空氣之蒸氣壓，表面水分由表面蒸發，而內部則因表面水分減少亦形成另一股水蒸氣壓差，因而內部水分乃向表面擴散以達乾燥之目的。

## 八、乾燥品質<sup>(13、22)</sup>

乾燥品質優劣通常會因產品種類、用途不同，其所要求品質亦不同，一般穀物之品質要求包含水分、均勻度、胴裂率、破損率、受傷及雜質量、完整性、成份、油脂回復性、蛋白質、發芽率、霉粒、營養成份等；脫水蔬果依據 CNS 1345 訂定之標準有：形狀、品質、雜物、色澤、氣味、水分、灰分、衛生要求、包裝等。

## 九、影響乾燥品質的因素<sup>(7、13、17)</sup>

影響乾燥品質的因素有品種、新鮮度、含水率、成熟度、蟲害、收穫後處理（如運輸、選別損傷等）、乾燥前處理（如清洗、切片、萎凋、殺菁、冷卻、去皮等）、乾燥方法（如真空、熱風、微波乾燥等）、乾燥操作（如溫度、濕度、通風量、均化時間等）等。以上各因子有交互相關之影響。

## 十、平衡含水率<sup>(1、10、12、14)</sup>

平衡含水率對於加工、乾燥、儲藏、冷藏是一重要資料，可用於預估乾燥過程之含水率變化、安全儲放含水率下對溫、濕度控制之依據。在固定溫度與濕度環境下，農產品與空氣會達平衡狀態，此時含水率稱為平衡含水率。若農產品水份高於平衡含水率，空氣自農產品吸收水份，此現象稱為去濕或乾燥，反之則稱為回潮。



圖 1-1 捆束懸掛晾曬法乾燥成品

## 貳、研究目的

目前蒜頭乾燥仍有一些問題，因此需要更多的研究注入方能提升產業。產地時而有價格飆漲及大跌現象，農民不敷成本，農會欲收購，但品質良莠不齊，且農會對於貯藏或青購乾燥技術、設備與經驗等尚不完善。部分農民乾燥蒜頭仍用日曬法，如連遇陰雨，蒜頭會脫瓣甚者發生腐爛；機械乾燥以其經驗操作、乾燥過度、不均或貯藏發霉等問題。

### 一、溫度

蒜頭乾燥溫度不能太高，溫度太高會使品質變劣，因此乾燥時間很長。

### 二、最終含水率

由市售蒜頭調查發現其最終含水率之差異很大，目前乾燥完成之判定以經驗為之（外膜能用手剝離之程度）且無一定標準。

### 三、乾燥不均

蒜頭如遇雨天採收、乾燥速度太快、均化不夠、蒜粒太大、蒜瓣差異太大，使得乾燥不完全或不均，貯藏通風不良或過份堆疊，蒜頭有發霉之虞。

### 四、褐化

蒜頭於乾燥後仍具有生命現象，高溫長時間、高溫高濕的蒸熟，於乾燥完成之初，褐化雖不嚴重，但隨貯藏時間加長而更形嚴重。

有鑑於此，將針對蒜頭乾燥物性加以探討，期能提供蒜農或加工者參考使用。主要之研究內容如下：

- 一、蒜頭基本物性量測。
- 二、含水率測定。
- 三、市售蒜頭含水率調查。
- 四、熱風溫度對蒜頭及蒜瓣熱傳的現象。
- 五、熱風烤箱單溫乾燥蒜頭。
- 六、蒜頭去濕平衡含水率測定。

## 參、研究設備及器材

使用之設備與器材有強制對流型恆溫烤箱、真空烤箱及真空泵、電子式磅秤、鋁質及紙質承盤、溫、濕度感測器、溫度感測元件(T-Type 電熱偶線)、多功能記錄器、電腦。

## 肆、研究過程與方法

### 一、試驗項目

蒜頭基本物性量測、含水率測定、市售蒜頭含水率調查、熱風溫度對蒜頭及蒜瓣熱傳的現象、熱風烤箱單溫乾燥、去濕平衡含水率測定，共六項。

### 二、實驗材料

雲林縣水林鄉取回新鮮蒜頭後去土、剪除莖葉、選除不良品。取蒜球 40 粒量取直徑與重量，將資料作變異數分析，以統計結果，作為樣本選材標準，如表 4-1。

表 4-1 蒜頭樣本之基本物理性狀(蒜球重量及最大最小直徑)

項數 <sup>a</sup>	重量 (g)	最大直徑 (mm)	最小直徑 (mm)	蒜瓣數 (片)
AVERAGE	45.420	52.627	45.747	18.150
STDEV.	10.425	4.672	4.521	4.123

### 三、實驗設計

#### (一)含水率測定<sup>(2、7、13、14、21)</sup>

含水率測定可分為直接法與間接法，直接法係直接乾燥待測樣本，並假設該樣本失重僅為水分，以此計算含水率，目的乃使樣本水分完全去除。美國化學學會、美國農業工程學會、國內食品加工皆有含水率測定標準。目前國內學者測定有熱風烤箱 100、105、130℃或真空烤

箱 75 或 100°C。間接法有電容及電阻測定。實驗步驟如下：

- 1.取足量樣本以承盤置放。
- 2.置烤箱 105 及 130°C 與真空烤箱 75°C 中烘烤。
- 3.每小時量測重量一次。
- 4.每一量測值依序比較，求得各階段比值作為時間設定標準。

## (二)市售蒜頭含水率調查試驗

- 1.於產地、超市、傳統市場隨機購買蒜頭。
- 2.含水率測定。

## (三)熱風溫度對蒜頭及蒜瓣熱傳的現象

- 1.將電熱偶線插入蒜頭與蒜瓣中。
- 2.烤箱溫度設定 35、38、40°C。
- 3.實驗架構與測點佈置如示意圖 4-1 所示。

## (四)單溫乾燥試驗

- 1.取足量樣本分別以 35、38、40°C 三種不同溫度乾燥。
- 2.比較溫度對氣味之影響。
- 3.比較乾燥速率。

## (五)相對濕度法蒜球去濕試驗<sup>(1、10、12、21)</sup>，如圖 4-2 所示。

平衡含水率測定方法有三種。靜置法：以飽和鹽溶液控制濕度，於密閉系統內達平衡。動態法：強制通風提高農產品水分質傳速率。相對濕度法：調定不同含水率之樣本與相對於容器中少量空氣達平衡，於控溫下直接量測相對濕度值。本研究實驗步驟如下：



- 1.調製不同含水率樣本並置滿塑膠瓶中。
- 2.溫、濕度感測器插入樣本中密封，連接電腦與紀錄器。
- 3.以 35、38、40°C 溫階依序調高溫度測試。
- 4.相對濕度 24 小時內變化量在 0.5RH%時即視為達平衡狀態。
- 5.測定樣本含水率。

#### 四、儀器校正

(一)濕度儀器校正：以各種飽和鹽基<sup>(21)</sup>溶液校準，於儀器本身誤差範圍內校正。如圖 4-3 所示。

(二)電熱偶線測試：以即將溶化的冰 0°C 及沸騰水 100°C 校正(剔除不準的)。圖 4-4、5 為 0 及 100°C 於 160 秒的測試，其誤差皆在±1°C 以內。

(三)烤箱溫度流場測試：烤箱分成 10、20、30、39 公分高，每一高度截面以九宮格區分並佈置電熱偶線，了解烤箱的均勻度，作為樣本置放參考。經測試結果如圖 4-6 所示，圖中以 20 及 30cm 高度，溫度較接近設定值。

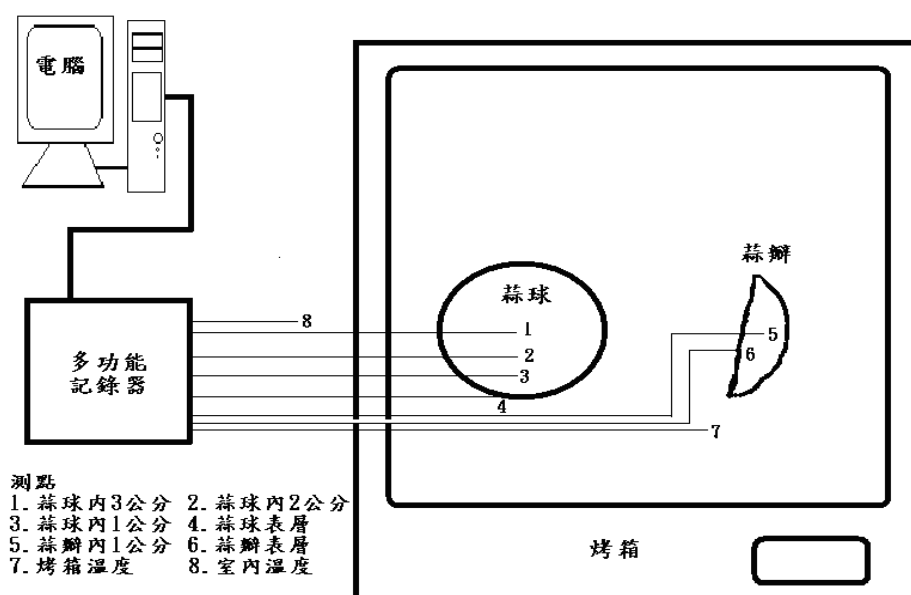


圖 4-1 熱風溫度對蒜頭及蒜瓣熱傳試驗佈置示意圖



圖 4-2 相對濕度法蒜頭平衡含水率去濕試驗

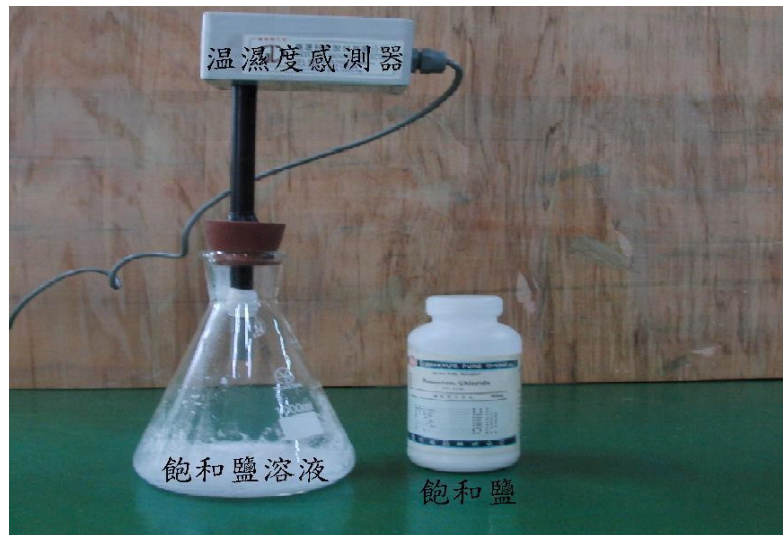


圖 4-3 溫、濕度感測器校正

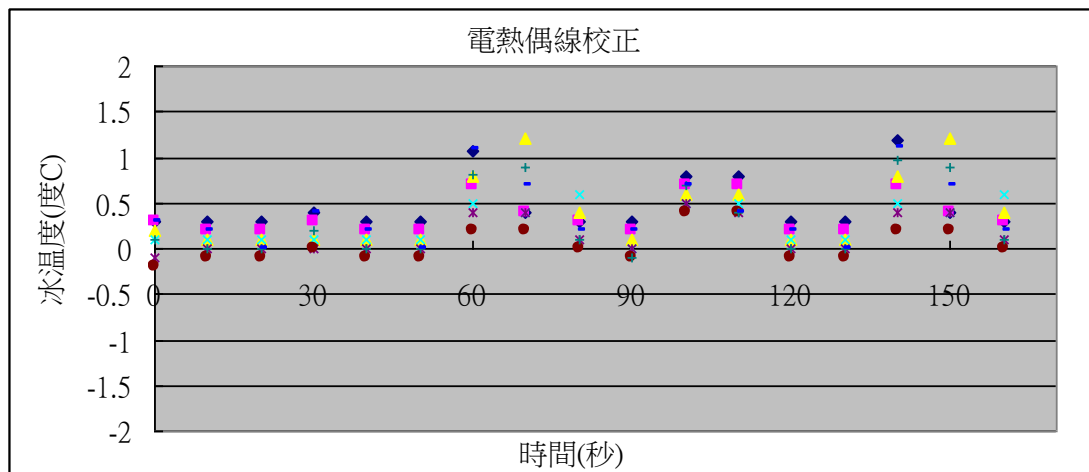


圖 4.4 電熱偶線測試 0°C 校正

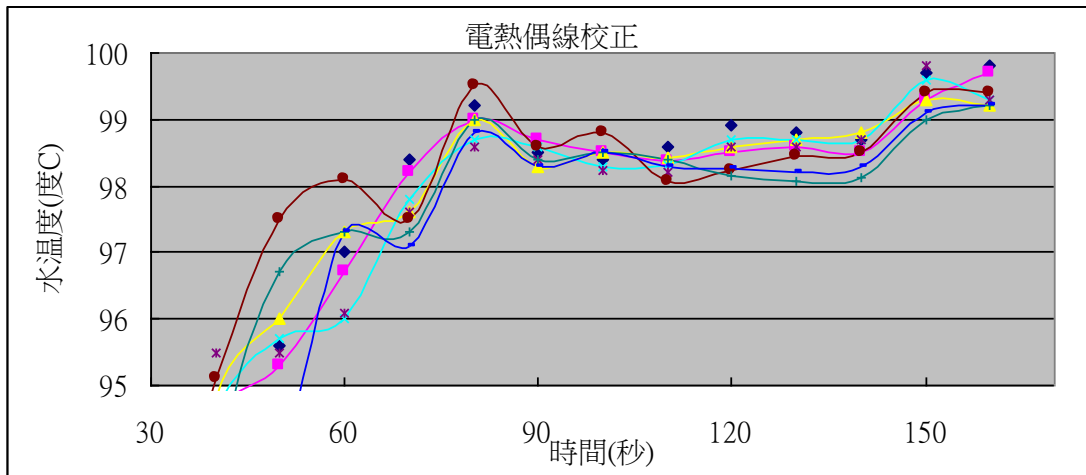


圖 4-5 電熱偶線測試 100°C 校正。

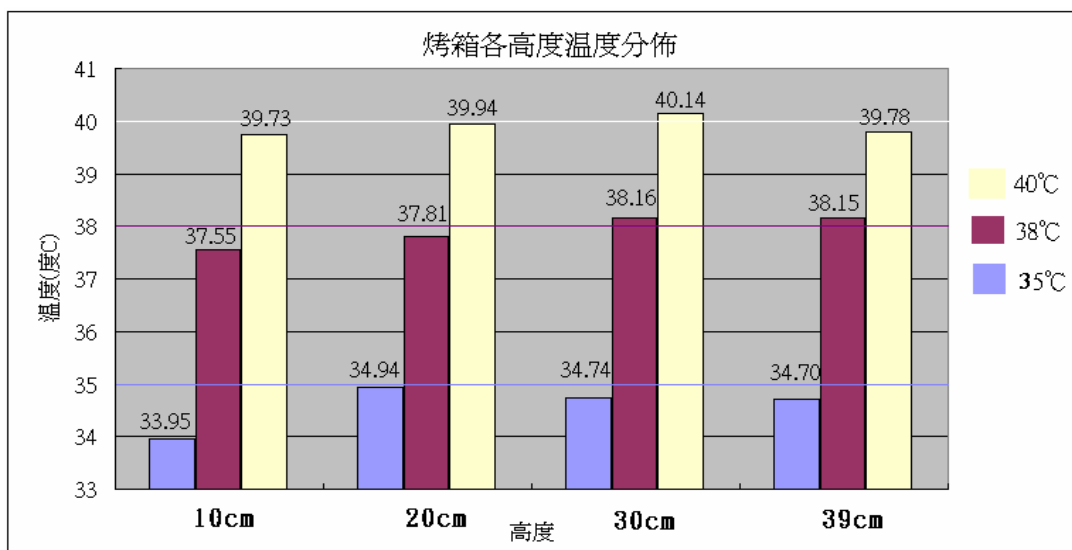


圖 4-6 烤箱各高度溫度分佈情形

## 伍、研究結果

### 一、含水率測定

以烤箱設定 105 及 130°C 與真空烤箱 75°C 進行實驗，樣本作 3 重複，乾燥 100 小時以上，每小時量測重量一次，量測後放回，所得數據計算在 12 個小時內重量相對變動率達 1% 以下所需時間，實驗結果如表 5-1 及圖 5-1、2 所示，130°C 樣本於第 72 小時三個樣本皆達 1% 以下。105°C 樣本至第 72 小時三個樣本亦達 1% 以下。真空烤箱在 75°C 平均真空度 61.4Hg，至第 96 小時只有二個樣本達 1% 以下。因此獲致含水率測定為 105 及 130°C 乾燥 72 小時兩者皆可求得乾物重。另 ASAE 年鑑洋蔥是以 130°C 測試，因此建議熱風 130°C 乾燥 72 小時為蒜頭含水率測定。經由樣本計算，樣本濕重 577.89 g，乾物重 133.9 g，乾物重佔鮮重 23.17% 左右，新鮮蒜頭約 76.83% 濕基含水率。

表 5-1 強制通風烤箱含水率測定

時間	強制通風恒溫烤箱 130°C 重量相對變動率			強制通風恒溫烤箱 105°C 重量相對變動率			真空烤箱 75°C 重量相對變動率		
	樣本 1	樣本 2	樣本 3	樣本 1	樣本 2	樣本 3	樣本 1	樣本 2	樣本 3
12 小時	1.089	0.4768	0.2274	0.9376	1.1723	0.7172	0.21547	0.21547	0.21547
24 小時	0.249	0.0521	0.0342	0.2202	0.0306	0.0152	0.130814	0.332515	0.065678
36 小時	0.038	0.0372	0.0115	0.0253	0.0082	0.0019	0.139073	0.273438	0.030568
48 小時	0.008	0.0242	0.0093	0.0085	0.0104	0.0077	0.181996	0.15942	0.006593
60 小時	0.006	0.014	0.0094	0.0151	0.0169	0.0097	0.163121	0.040076	0.006682
72 小時	-0.008	-0.003	0.0095	0.0065	0.0021	-0.004	0.147651	0.007752	-1.42282
84 小時	0.007	0.0039	-0.002	0.0066	0.0043	0.0039	0.102071	0.011765	0.006757
96 小時	0	0.007	0.0024	0.0066	0.0043	0.0039	0.044822	0.003937	0.004525

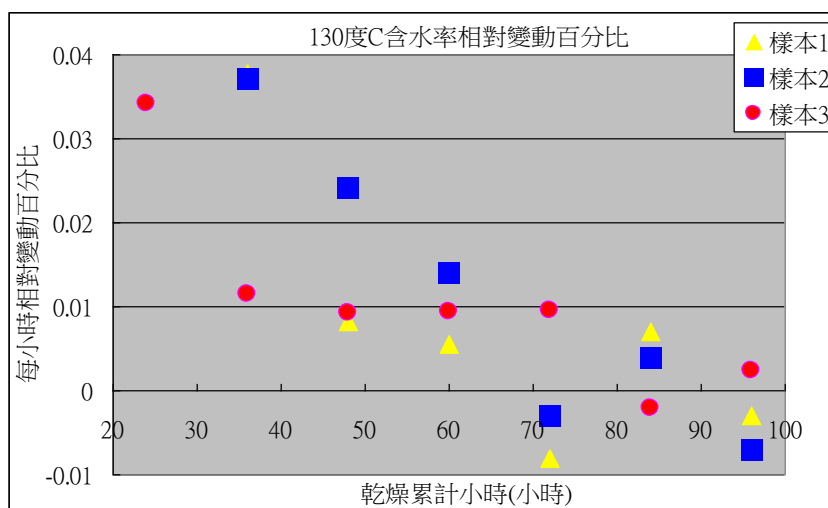


圖 5-1 強制通風烤箱 130°C 含水率測定

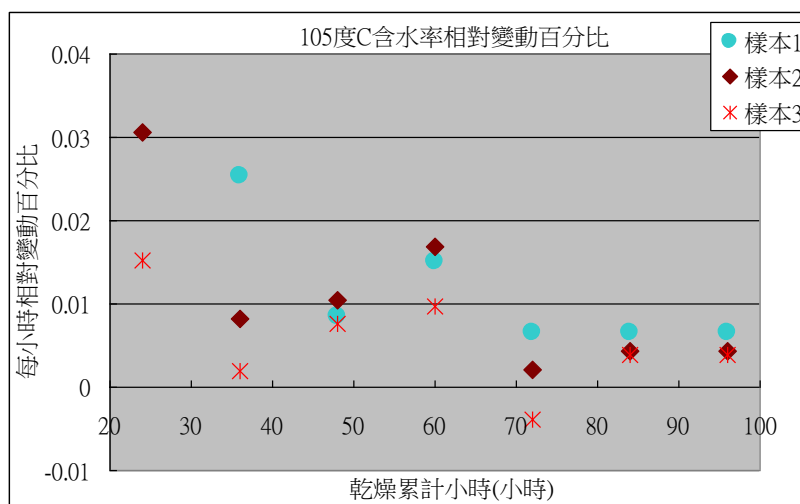


圖 5-2 強制通風烤箱 105°C 含水率測定

## 二、市售蒜頭含水率測定

CNS 1345 蔬果脫水標準，含水率約介於 6~35% 濕基含水率之間，標準中載錄脫水蒜粉及蒜粒為 7%、脫水蒜片為 8%，而市售蒜頭經含水率測定結果，含水率約介於 40~72% 濕基含水率，顯然 CNS 1345 標準與本研究含水率相差甚遠，不能以此為依據。農民不以含水率為標準，而是以重量與經驗為標準，即以失重為鮮重的 75% 即視為完成，並以外膜能用手剝離之程度為依據。

市售蒜頭經含水率測定結果，含水率約介於 40~72% 濕基含水率，濕基含水率經乾、濕基含水率計算公式： $M_w = W/(W+D) \times 100\%$ 、 $M_d = W/D \times 100\%$ 、 $M_d = M_w/(100-M_w) \times 100\%$ ， $M_w$  表濕基含水率， $M_d$  表乾基含水率， $W$  表水分重， $D$  表乾物重。市售乾品約介於 67~257%

乾基含水率，乾燥成品含水率不可太低，否則會影響品質及農民出貨的總量，亦不可過高，過高會產生脫瓣或發霉，本研究將以 250%乾基含水率做為貯藏含水率。

### 三、熱風溫度對蒜球及蒜瓣熱傳的現象

以 0.3 公厘鑽頭鑽入蒜球 3、2、1 公分及蒜瓣 1 公分，置入電熱偶線並以牙籤輔助固定，電熱偶線連接多功能紀錄器並連接電腦。測試如圖 5-3 所示。主要目的是為了了解蒜球內部各位置受熱情形，作為乾燥時間設定參考。

實驗結果如圖 5-4、5、6 所示，圖中各烤箱的溫度約 10 分鐘即可達設定的溫度，蒜球愈內部溫度上升愈慢；蒜球與蒜瓣內部 1cm 升溫的比較，蒜瓣上升的溫度比蒜球快，此可能為蒜球多了外膜及蒜瓣受熱面積較大的關係所致。各測點迴歸計算結果如表 5-2 所示，表中蒜球內 3cm 欲達 35、38、40°C，預估時間為 9.58、8.20、8.80 小時。

表 5-2 蒜球內部達設定溫度之預估時間

時間 測點	預估達 35°C 時間(小時)	預估達 38°C 時間(小時)	預估達 40°C 時間(小時)
蒜球內 3cm	9.58	8.20	8.80
蒜球內 2cm	9.30	7.82	6.77
蒜球內 1cm	6.79	6.36	6.41
蒜球內膜表面	6.67	5.39	5.80
蒜瓣內 1cm	5.68	4.62	5.91
蒜瓣內膜表面	4.82	4.05	5.33



圖 5-3 熱風溫度對蒜頭及蒜瓣熱傳測試

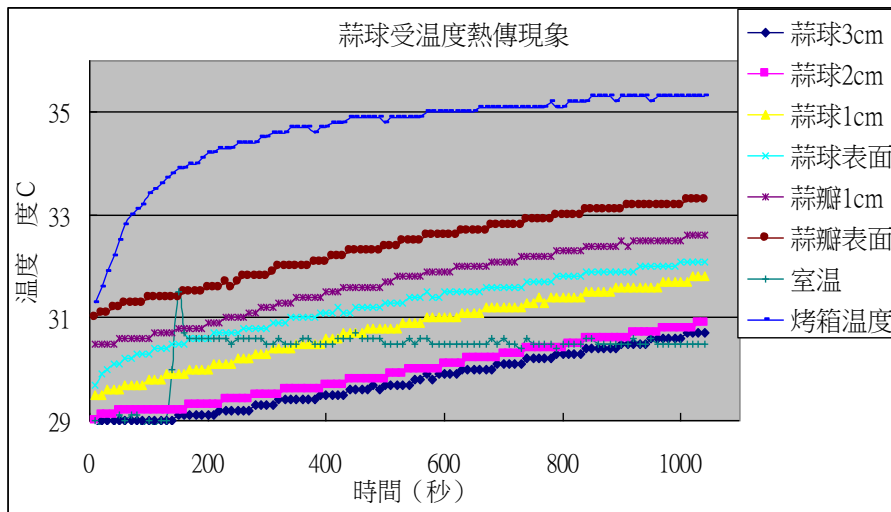


圖 5-4 溫度設定 35°C 蒜球及蒜瓣熱傳測試

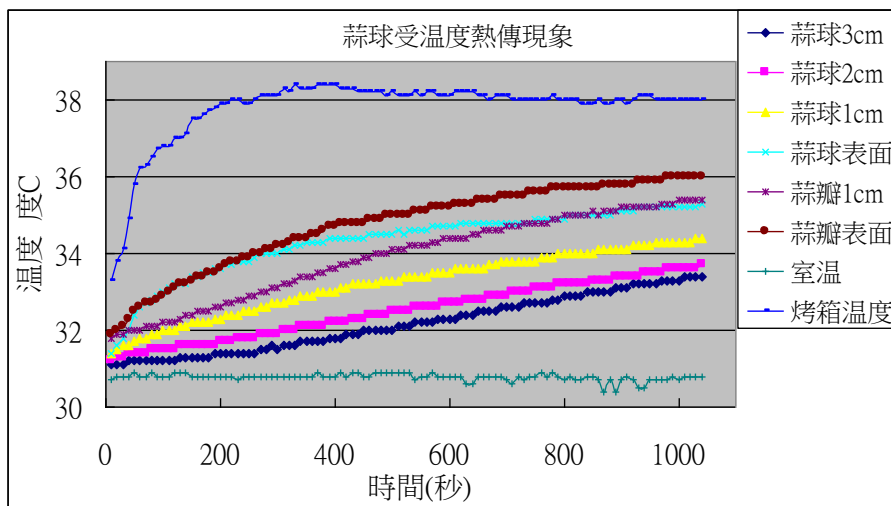


圖 5-5 溫度設定 38°C 蒜球及蒜瓣熱傳測試

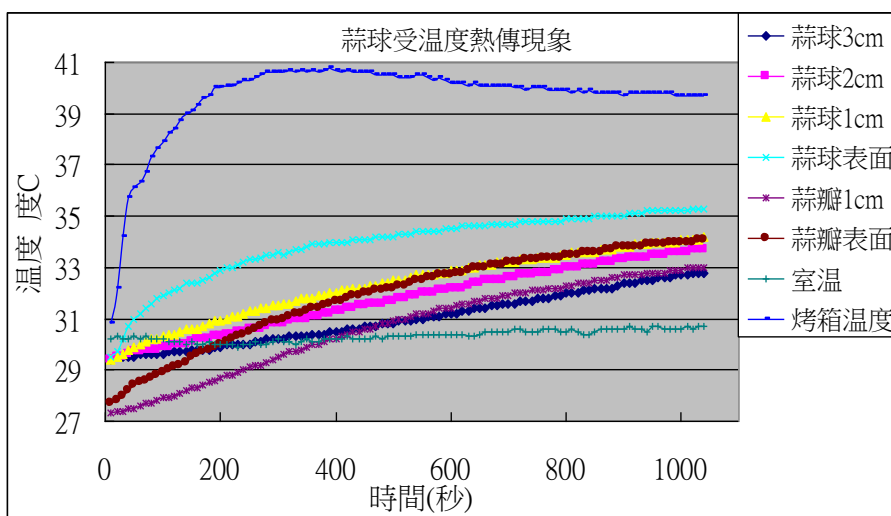


圖 5-6 溫度設定 40°C 蒜球及蒜瓣熱傳測試

#### 四、熱風烤箱單溫乾燥

本研究以顯性加熱乾燥，烤箱設定 35、38、40°C，乾燥時間 4 星期，每天測重一次，實際測試如圖 5-7 所示。試驗結果如圖 5-8 所示，熱風溫度 40°C 的乾燥速率高於 38°C，38°C 又高於 35°C，圖中溫度越高含水率曲線下降得越快。

35°C 乾燥結果如圖 5-9 所示，以量測 48 至 480 小時的數據進行迴歸，求得二次方及一次方的方程式，結果如表 5-3 所示，表中以兩迴歸方程式與實際量測值進行乾燥時間預估，乾燥至貯放含水率(250d.b.%)，所需時間分別為 380.1、370.1、341.3 小時。兩方程式 R<sup>2</sup> 高達 0.925 以上，但與實際量測仍有一天以上差異。35°C 需乾燥 14.2 天。

38°C 乾燥結果如圖 5-10 所示，乾燥曲線與 35°C 趨勢類似，預估乾燥時間分別為 308.2、339.6、310.6 小時。二次方程式預估與實際量測比較相近，38°C 需乾燥 13 天。

40°C 乾燥結果如圖 5-11 所示，乾燥初期有回潮現象，接續有高的含水率變化，48 小時後呈較平穩的減率乾燥，至貯放含水率 250 d.b.%，預估乾燥時間分別為 271.5、289.5、267.9 小時。二次方預估與實際量測值比較相近，40°C 需乾燥 11.2 天。

由表 5-3 發現，雖然 40°C 比 38°C 高了 2°C，乾燥時間少 42.7 小時，38°C 比 35°C 高 3°C，乾燥時間卻只少了 30.7 小時，即 40°C 乾燥初期有較大的乾燥速率，但易因過大的含水率變化產生不均勻乾燥現象，導致乾燥成品收縮不規則，影響其品質，乾燥時有輕微蒜味釋出，此現象則未在 35 及 38°C 乾燥時出現，35°C 乾燥時間較長，因此以 38°C 為最佳之乾燥溫度。

表 5-3 各溫階乾燥迴歸方程式與預估乾燥至貯放含水率所需之時間

溫度	二次方程式 迴歸數值	一次方程式 迴歸數值	二次方程式 預估時間	一次方程式 預估時間	數據內插 預估時間
35°C	$Y=0.0006X^2-0.5464X+371.00$ $R^2=0.998$	$Y=-0.2420X+339.56$ $R^2=0.925$	380.1(小時)	370.1(小時)	341.3(小時) * 14.2 天
38°C	$Y=0.0004X^2-0.4647X+346.69$ $R^2=0.9898$	$Y=-0.2392X+331.24$ $R^2=0.968$	308.2(小時)	339.6(小時)	310.6(小時) * 13 天
40°C	$Y=0.0004X^2-0.4647X+346.69$ $R^2=0.9898$	$Y=-0.2617X+325.73$ $R^2=0.961$	271.5(小時)	289.5(小時)	267.9(小時) * 11.2 天





圖 5-7 熱風乾燥試驗情形

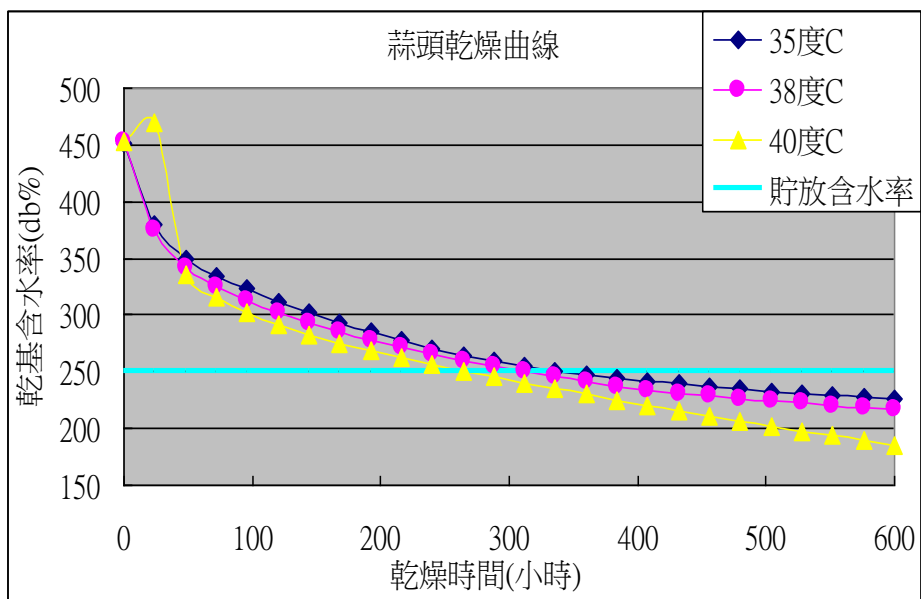


圖 5-8 各溫階乾燥曲線

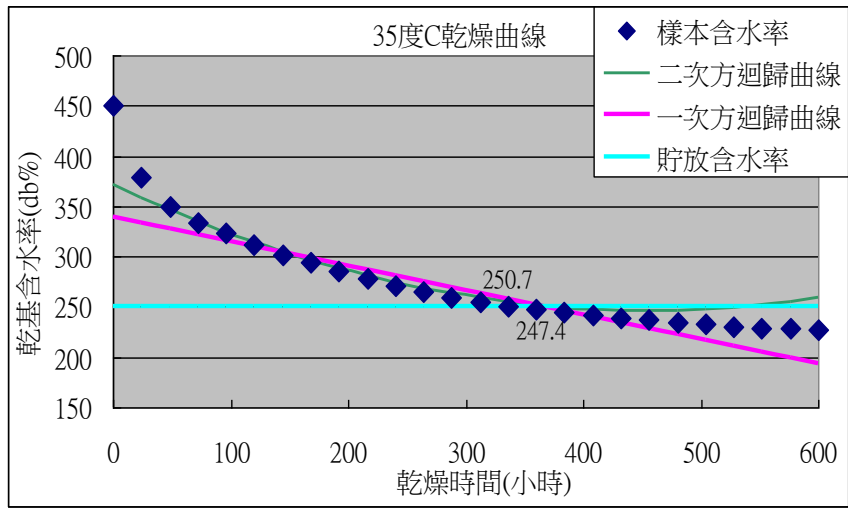


圖 5-9 熱風 35°C 乾燥曲線

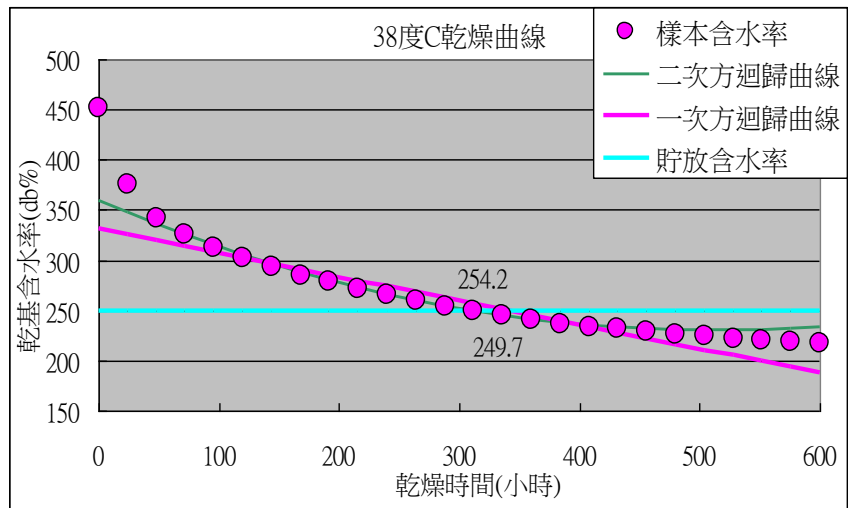


圖 5-10 熱風 38°C 乾燥曲線

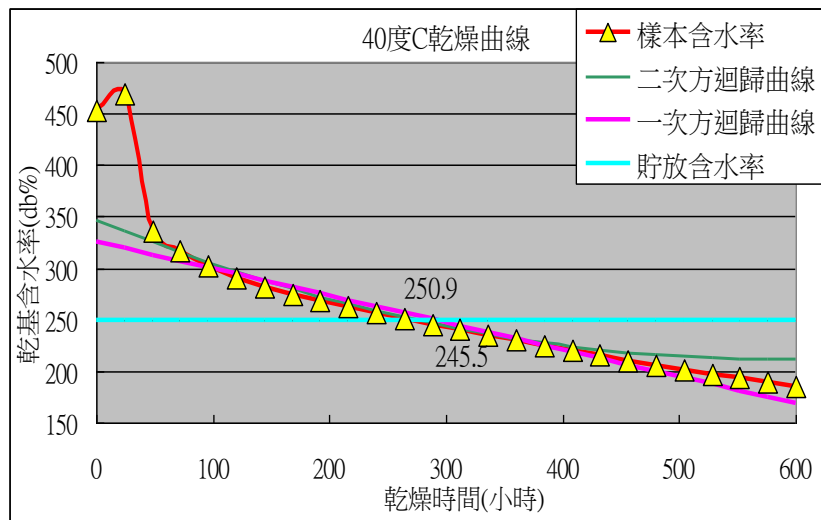


圖 5-11 熱風 40°C 乾燥曲線

## 五、平衡含水率

本研究以相對濕度法將調製樣本裝滿塑膠瓶中並置於烤箱中，每一樣本達平衡後由濕度器記錄容器中濕度值，接續調高至下一溫階，待所有溫階量測完成後求取樣本含水率，所量測之濕度即為平衡相對濕度(ERH)，含水率即為平衡含水率(EMC)，各溫階所量測 ERH 及 EMC 結果如圖 5-12、13、14 所示，分別為 35、38、40°C 之去濕(乾燥)等溫曲線圖。

以量測數據進行迴歸分析，並以定量檢定( $R^2$ ) 及定性檢驗(殘差分佈圖)，來評估迴歸方程式的適稱性，迴歸統計結果如表 5-4 所示，表中指數方程式經統計後各溫階  $R^2$  皆高達 0.9771 以上，殘差分佈圖 5-15 呈均佈現象，顯示指數函數適用於蒜頭 35、38、40°C 的乾燥模式。

圖 5-16 為三個溫階的等溫曲線比較，圖中三個溫階於相對濕度 70RH% 以下，迴歸曲線相近，70RH% 以上 35°C 與 38°C 曲線亦相近，但異於 40°C，顯示 40°C 在高濕度下含水率偏低(圖中 40°C 在 RH100% 時 EMC 為 185.85% 乾基含水率(小於 250 d.b.%)而 35°C 與 38°C 皆在 250% 乾基含水率以上)，濕度愈高差異愈大。高溫與高濕使大蒜內部組織遭受破壞(蒜味釋出)，繼續乾燥則產生收縮、乾癟之現象、顯示蒜頭乾燥品質受溫度影響甚鉅，由此可推斷蒜頭之乾燥物性隨溫度而有階段性的差異，此亦與上述單溫乾燥有相同的現象。品質變異現象是因溫度過高亦或溫度遽升(由品溫至 40°C)，使其內部水份產生不均(如稻米胴裂)或溫度直接破壞而影響品質，因此高溫乾燥或調溫階(急遽升溫)乾燥，必須謹慎留意，且更待進一步探討。

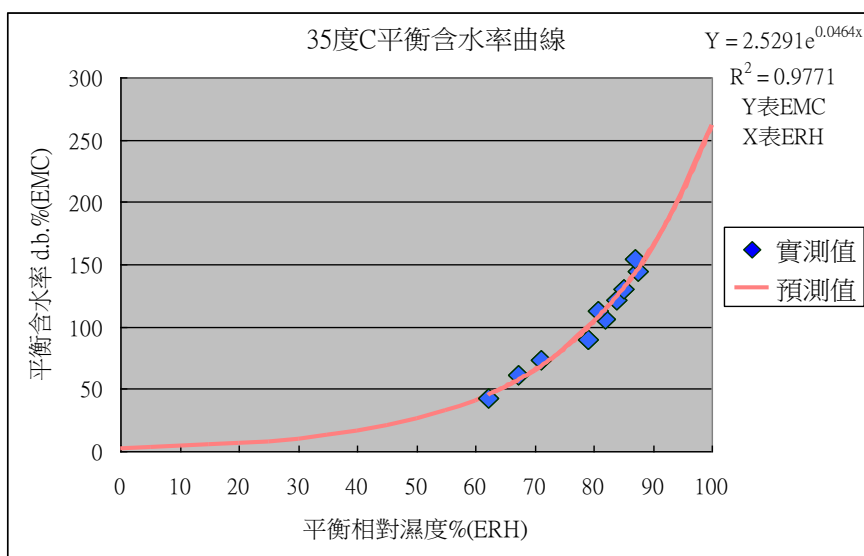


圖 5-12 35°C 去濕等溫曲線圖

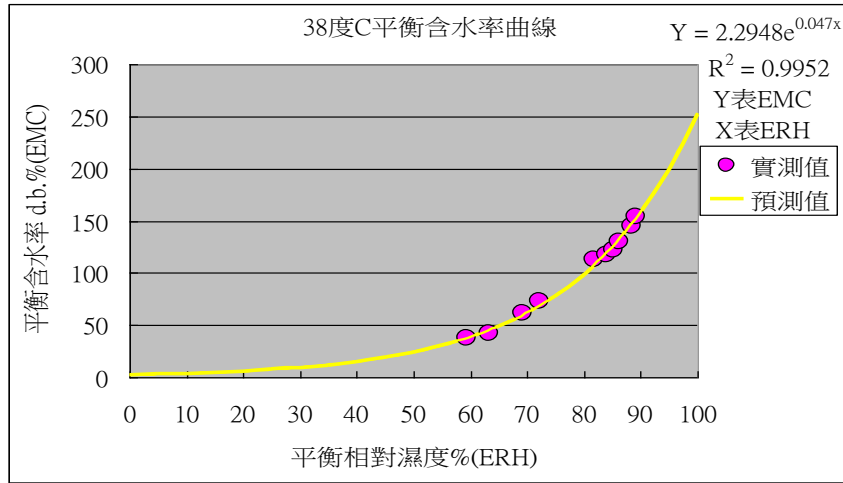


圖 5-13 38°C去濕等溫曲線圖

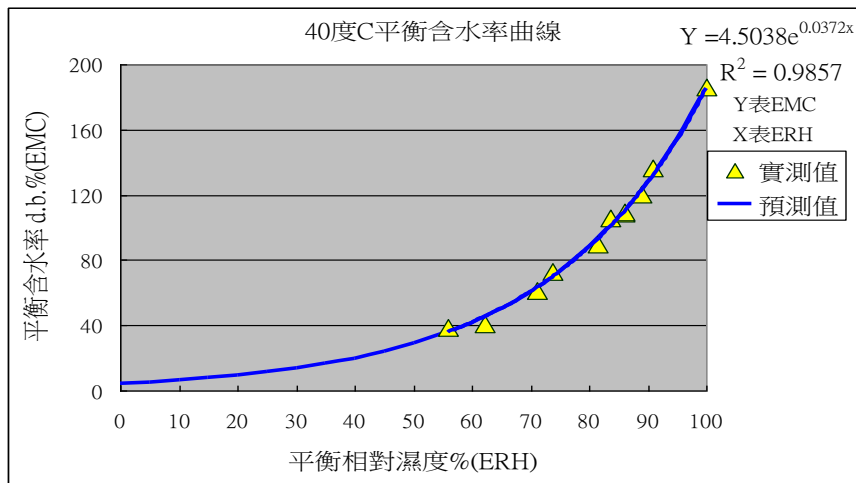


圖 5-14 40°C去濕等溫曲線圖

表 5-4 各溫階 EMC/ERH 迴歸方程式

溫度	指數方程式	相關係數
35°C	$EMC = 2.5291 e^{0.0464ERH}$	$R^2 = 0.9771$
38°C	$EMC = 2.2948 e^{0.047ERH}$	$R^2 = 0.9952$
40°C	$EMC = 4.5038 e^{0.0372ERH}$	$R^2 = 0.9857$

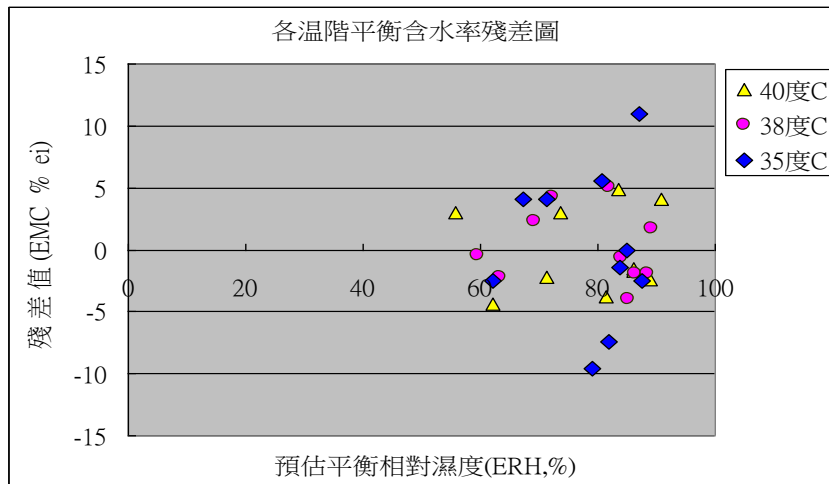


圖 5-15 35、38、40°C殘差分佈圖

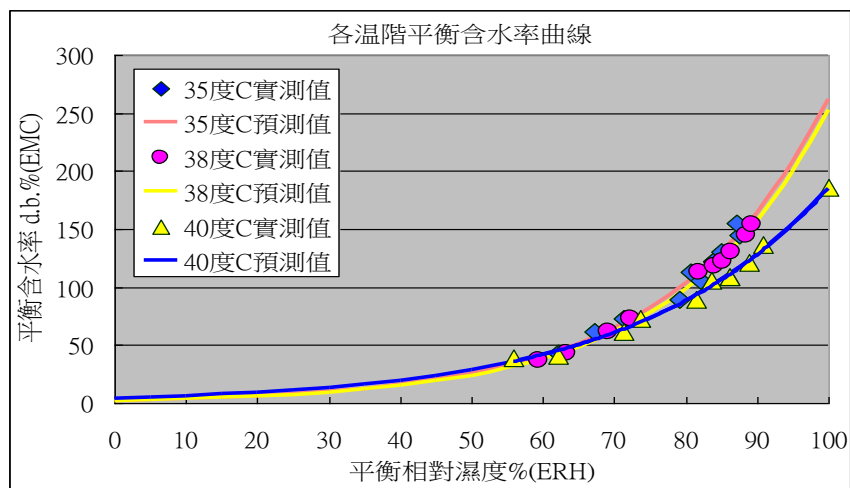


圖 5-16 三溫階等溫曲線

## 陸、討論

- 一、目前國內對於販售蒜頭之含水率尚未制定標準，農民只以經驗（外膜能用手剝離之程度為依據）評定，期能制定標準及適用的檢測儀器期待開發。
- 二、文獻中有些學者以 38°C 或更高溫度貯藏，乾腐率高，此與本研究中亦可發現，平衡含水率於 38°C、100RH% 時為 252.3 % 乾基含水率，若以此為貯放標準，長時間下蒜頭將持續被乾燥(38°C 的空氣濕度必低於 100RH%)，會產生農民實質上的損失(重量減少)，長時間高濕又會發霉以致脫瓣或腐爛，因此 38°C 可作為乾燥溫度但不宜作為貯藏溫度。
- 三、品質變異現象是因溫度過高亦或溫度遽升，使其內部水份產生不均（如稻米胴裂）或溫度直接破壞(蒜素的氣味是細胞破裂，蒜氨酸與蒜氨酸酶結合產生的)影響品質及貯藏，因此可推斷如經高溫破壞組織其貯放的時間及品質堪慮，因此高溫乾燥或調溫階(熱風與品溫溫度差過大)乾燥，有待進一步探討。
- 四、研究中只以乾燥為主，對於貯放之溫度、濕度與含水率尚未加以探討，往後將進一步建立吸濕平衡含水率資料，期能作為貯放溫、濕度控制之參考。

## 柒、結論

- 一、蒜頭含水率測定以烤箱 105 及 130°C 乾燥 72 小時，兩者皆可求得乾物重。建議以 130°C 乾燥 72 小時測定蒜頭含水率。
- 二、市售蒜頭含水率調查發現其差異性很大，乾基含水率約介於 67~257% 之間，貯藏愈久含水率愈低且顏色愈深。
- 三、熱風溫度對蒜球及蒜瓣熱傳試驗，欲達設定溫度 35、38、40°C，預估時間分別為 9.58、8.20、8.80 小時。因此乾燥欲達設定溫度之乾燥速率，須歷時一段時間才有較高的乾燥效率及均勻性。
- 四、單溫 35、38、40°C 乾燥試驗
  - (一)溫度愈高乾燥速率愈快。
  - (二)35、38、40°C 單溫乾燥至貯放含水率 250% 乾基含水率，所需時間分別為 14.2、13、11.2 天。目前農民所費時間約 14~21 天。
  - (三)40°C 乾燥初期乾燥速率快，過大的含水率變化產生不均勻乾燥現象，導致成品收縮不規則，同時有蒜味釋出，不適合作為乾燥操作溫度。
  - (四)三個單階溫度以 38°C 為蒜頭最佳之乾燥溫度。
- 五、平衡含水率
  - (一)建立 35、38、40°C 蒜頭去濕平衡含水率曲線，經迴歸統計，指數函數適用於此三溫階乾燥模式。
  - (二)以平衡含水率迴歸曲線求得，蒜頭於相對濕度 100RH% 時三個單溫乾基含水率分別為 261.9、252.9、195.9 %。因此長時間於 35、38、40°C 環境下蒜頭會持續釋出水份。
  - (三)三溫階於相對濕度 70RH% 以下，迴歸曲線相近，70RH% 以上 35°C 與 38°C 曲線亦相近，但異於 40°C，由此可知蒜頭乾燥物性隨溫度而有階段性之差異。
  - (四)35、38°C 可作為乾燥操作溫度，以 38°C 為佳，而三溫階皆不宜作為貯藏操作溫度。

## 捌、參考資料及其他

1. 尤瓊琦，1998，荔枝去濕平衡含水率之研究，農森學報，4(2):113-141。
2. 尤瓊琦、陳俊明，1996，穀物乾燥之過程中熱風溫度、相對濕度、風量對品質影響之探討，國科會報告 NSC85-2321-B-005-006。
3. 台灣農業統計年報，2009，原台灣農業年報。
4. 林滄澤，2000，大蒜栽培生產技術，台南區農業改良場技術專刊 9-3(No.101)。
5. 林巧玟、顏永福，1995，大蒜栽培管理與採收後貯藏技術，台南區農訊第 14 期：11~14 頁。
6. 林俊義，1982，台灣大蒜毒素病之研究，台灣農業 18(3) 41-46。
7. 吳慶源，1995，荔枝乾燥之基礎研究，興中碩士論文，P13-18。
8. 孫朝棟，食品工程學，國立編譯館，P305-320，1997。
9. 郭振益，2004，稻殼燃燒轉換熱能烘乾蒜頭廢物利用又環保。
10. 盛中德，1989，落花生平衡含水率曲線滯後現象之研究，中國農業工程學報 35(4):83-97。
11. 張森發譯，基礎食品程序工程，科技圖書，P349-365，1988。
12. 陳加忠 曹之祖，1992，玉米平衡相對濕度物性之研究，中國農業工程學報 38(2):86-97。
13. 馮丁樹譯，穀物乾燥，徐氏基金會，P1-101，1978。
14. 彭錦樵譯，農產品加工工程，大中國圖書，P333-355，1985。
15. 曾紹均，1980，大蒜，台灣農家要覽園藝作物蔬菜篇 P881-885。
16. 曾紹均，1983，大蒜的品種，豐年 33(1):25-26。
17. 鄭清和，果蔬加工，復文書局，P14-15、P116-137，2007。
18. 鄧汀欽，2006，保健植物栽培個論—大蒜，永續農業 2006.6 第二十四期，保健柿物專輯(上)。
19. 錢明賽，1993，根菜及莖菜採收後處理與貯藏技術(二)，食品工業 25(10)14-21。
20. 賴滋漢、金安兒，食品加工學，興大教務處，P158，1990。
21. 盧福明，農產品加工工程學，國立編譯館，P143-189，1992。
22. 續光清，食品學概論，徐氏基金會，P14~15，1992。



## **【評語】 091401**

- 1.看板圖表詳細清晰。
- 2.收集之樣品含水率差異大，本研究之實驗方法較難達到一致性結果。
- 3.蒜頭乾燥儲藏品質，可再進一步研究含水率與發芽之關係。