

花蓮縣第 66 屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

附件五：說明書封面

科 別：生活與應用科學科（二）

組 別：國小組

作品名稱：林榮微氣候：食物生存大挑戰

關 鍵 詞：林榮微氣候、滲透壓、水活性（最多三個）



（圖片來源：研究團隊自行拍攝）

編 號：

（由教育處統一編列）

林榮微氣候：食物生存大挑戰

摘要

我們住在花蓮縣鳳林鎮林榮里，這裡受地形影響，午後常起霧降雨，空氣潮濕，食物極易發霉。有次社區的水果婆婆來教我們醃蘿蔔。我們發現婆婆做出來的蘿蔔不僅美味，還能放很久都不會壞。這讓我們好奇，鹽巴加多加少，對抗林榮的濕氣有何差別？

本研究準備四組 200g 蘿蔔，分別加入 0g、6g 與 20g 鹽，並設一組純日曬組。歷經 23 天觀察，10%鹽度組產生強大滲透壓，迅速抽出水分且全程最慢發霉；這證明高濃度鹽分能降低食材水活性，阻斷黴菌生長。此外，我們發現中午測量的濕度雖偶有晴朗乾燥，但對照我們先前的小論文，林榮午後濕度實則高達 75-86%，這種氣候落差導致日曬組發生「回潮」而發霉。本研究以科學數據，成功證實了在地客家長輩重鹽醃菜的防腐智慧。

壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

一、研究動機

我們居住的花蓮縣鳳林鎮林榮里，位處中央山脈山麓與壽豐溪南岸。每天到了下午，山邊經常起霧甚至下起雷陣雨，環境非常潮濕。我們發現，放在教室沒吃完的水果，短短兩天就會長出白毛。

直到有一天，社區裡熱心的「水果婆婆」來到學校，教我們親手製作醃蘿蔔。婆婆醃出來的蘿蔔又脆又好吃，而且放在陰涼處好幾個月都不會壞！婆婆說：「鹽巴多放一點，東西就不會發霉啦！」這句話引起了我們的科學好奇心：在林榮這麼潮濕的「微氣候」裡，鹽巴到底施展了什麼魔法？如果我們只靠曬太陽不加鹽，蘿蔔能撐得住嗎？因此，我們決定展開這場食物的生存實驗。

二、目的

- (一) 探討不同鹽度（0%、3%、10%）對蘿蔔出水速度與最終脫水率的影響。
- (二) 觀察在林榮里高濕微氣候下，不同鹽分濃度與發霉速度的關聯性。
- (三) 比較「純物理風乾（日曬）」與「化學防腐（加鹽醃漬）」對抗潮濕環境的效果。

三、文獻回顧

- (一) **滲透壓(Osmotic Pressure)**：根據文獻，水分會從溶質濃度低的地方往濃度高的地方移動。當鹽巴覆蓋在蘿蔔表面，會形成高濃度區域，產生壓力將蘿蔔細胞內的水分抽出。
- (二) **水活性(Water Activity, A_w)**：微生物需要「自由水」才能生長。鹽分能與水分子結合，降低食材內的水活性，使黴菌因缺乏可用水分而停止繁殖。
- (三) **林榮微氣候**：根據我們先前撰寫的《林榮里微氣候現況探究》小論文，林榮里年平均濕度高達 75%至 86%。但在本實驗中午測量時，濕度卻有時低至 44%，這種「早中晚濕度落差極大」的現象，是影響食物保存的關鍵環境變因。

貳、 研究設備及器材

一、 實驗樣本：

- (一) 鳳林鎮在地白蘿蔔（去皮切塊，每組精確秤重 200g）



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

二、 變因控制：

- (一) 台塩高級精鹽（依比例秤取 6g 與 20g）



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

三、 測量工具：

(一) 玻璃密封罐 4 瓶



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

(二) 電子秤 (感量 1g)



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

(三) 直尺 (精度 1mm)



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

四、 環境監測：

(一) 溫濕度計



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

參、 研究過程或方法

一、 樣本處理與實驗分組

步驟一：食材處理。(學生將蘿蔔平均切塊，以備使用。)



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

步驟二：變因控制。(學生將對照組及實驗組區分開來。)



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

步驟三：混合入甕。(學生把蘿蔔裝進玻璃罐精確，並使用電子秤量200g。)



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

步驟四：環境佈設。



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

我們將蘿蔔去皮切塊，每組精確量測 200g，分為四組：

- (一) 放棄掙扎組(0%對照組)：不加鹽，直接置於罐內。
- (二) 看天吃飯組(日曬實驗組)：不加鹽，置於通風處日曬。
- (三) 現代微鹽組(3%實驗組)：加入 6g 鹽均勻混合，置於罐內。
- (四) 客家傳統組(10%實驗組)：加入 20g 鹽均勻混合，置於罐內。

二、 實驗觀測紀錄(3/10 至 4/2，逢假日、校外教學不測量，共 23 天)



(圖片來源：研究團隊自行拍攝)

- (一)固定測量時間：每次上課日中午吃完飯進行測量。
- (二)環境紀錄：紀錄當日天氣、氣溫與相對濕度。
- (三)總重觀測：測量全罐重量，觀察水分是否經由縫隙蒸散。

(四) **定量與定性觀測**：在不開蓋的情況下，使用直尺量測罐底「滲透水」的高度 (cm)，並依據本研究自訂之發霉等級量表(如附件一)記錄外觀變化。

(五) **結案盤點**： 4/2 實驗結束時，將罐內鹽水完全濾乾，測量蘿蔔淨重以計算最終脫水率。公式為：脫水率 = $\frac{200\text{g}-\text{淨重}}{200\text{g}} \times 100\%$ 。

肆、 研究結果

實驗觀察紀錄表

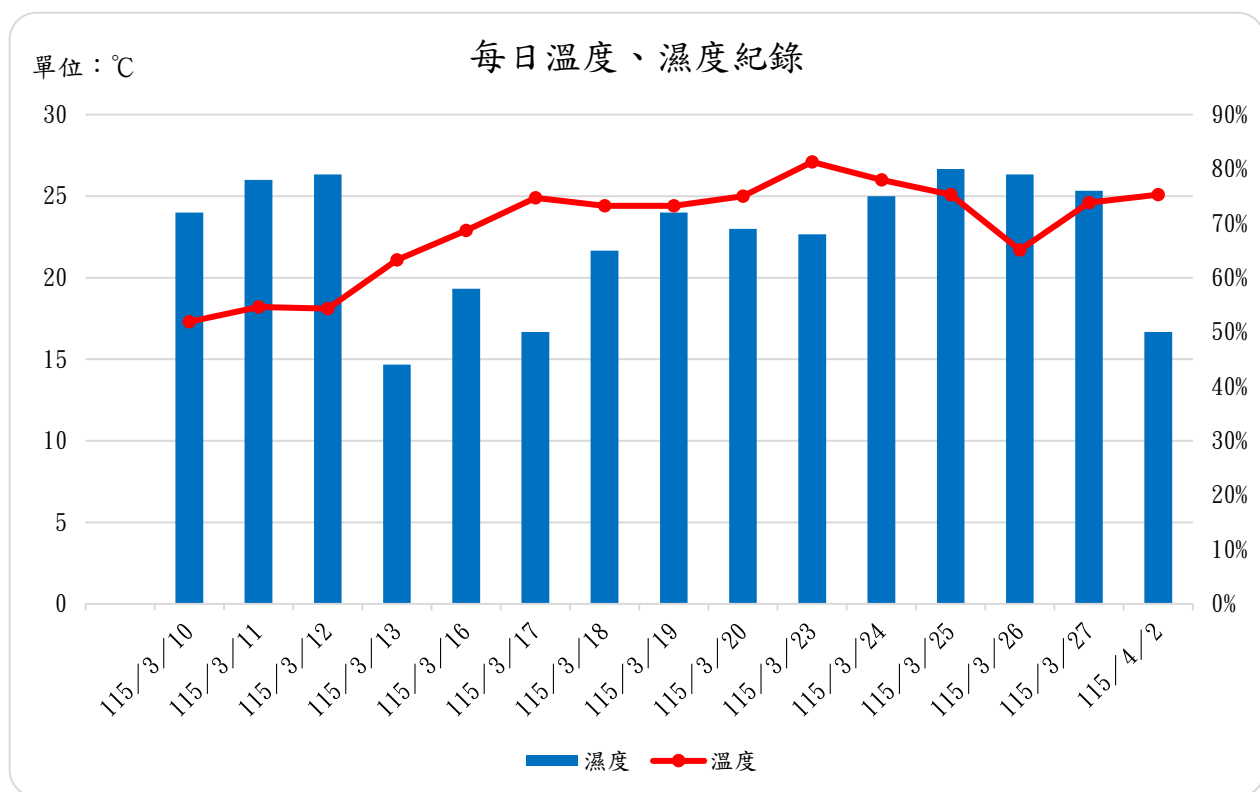
日期		115 / 3 / 10	115 / 3 / 11	115 / 3 / 12	115 / 3 / 13	115 / 3 / 16	115 / 3 / 17	115 / 3 / 18
觀察天數		Day0	Day1	Day2	Day3	Day6	Day7	Day8
氣候		陰天	陰天	陰天	晴天	多雲	晴天	晴天
溫度		17.3	18.2	18.1	21.1	22.9	24.9	24.4
濕度		72%	78%	79%	44%	58%	50%	65%
放棄掙扎組	總重量(g)	200	199	199	199	199	199	199
	出水高度(cm)	0	0	0	0	0	0.2	0
	發霉程度	0	0	0	0	2	2	2
看天吃飯組	總重量(g)	200	200	198	195	182	179	176
	出水高度(cm)	0	0	0	0	0.1	0	0
	發霉程度	0	0	0	1	2	2	2
現代微鹽組	總重量(g)	206	206	206	206	206	206	206
	出水高度(cm)	0	1.9	1.8	1.7	1.6	2	1.7
	發霉程度	0	0	0	0	0	0	0
客家傳統組	總重量(g)	220	221	221	220	221	221	220
	出水高度(cm)	0	2	2.2	1.9	2	2	2
客家傳統組	發霉程度	0	0	0	0	0	0	0

(圖片來源：研究團隊數據統整)

日期		115 / 3 / 19	115 / 3 / 20	115 / 3 / 23	115 / 3 / 24	115 / 3 / 25	115 / 3 / 26	115 / 3 / 27	115 / 4 / 2
觀察天數		Day9	Day10	Day13	Day14	Day15	Day16	Day17	Day23
氣候		多雲	晴天	晴天	陰天	陰天	陰天	陰天	陰天
溫度		24.4	25	27.1	26	25.1	21.7	24.6	25.1
濕度		72%	69%	68%	75%	80%	79%	76%	50%
放棄掙扎組	總重量(g)	199	199	198	198	198	198	198	197
	出水高度(cm)	0	0.3	0.3	0.2	0	0	0.3	1.2
	發霉程度	3	2	3	3	3	3	3	3
看天吃飯組	總重量(g)	174	172	165	164	162	160	159	141
	出水高度(cm)	0	0	0	0.1	0	0	0	1.1
	發霉程度	3	3	3	3	3	3	3	3
現代微鹽組	總重量(g)	206	206	207	206	206	206	207	206
	出水高度(cm)	1.7	2.6	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7
	發霉程度	0	0	0	0	1	2	2	2
客家傳統組	總重量(g)	221	221	221	221	221	221	221	221
	出水高度(cm)	2	2	1.9	1.9	2	2.1	2.1	2.1
客家傳統組	發霉程度	0	0	0	0	0	0	0	1

(圖片來源：研究團隊數據統整)

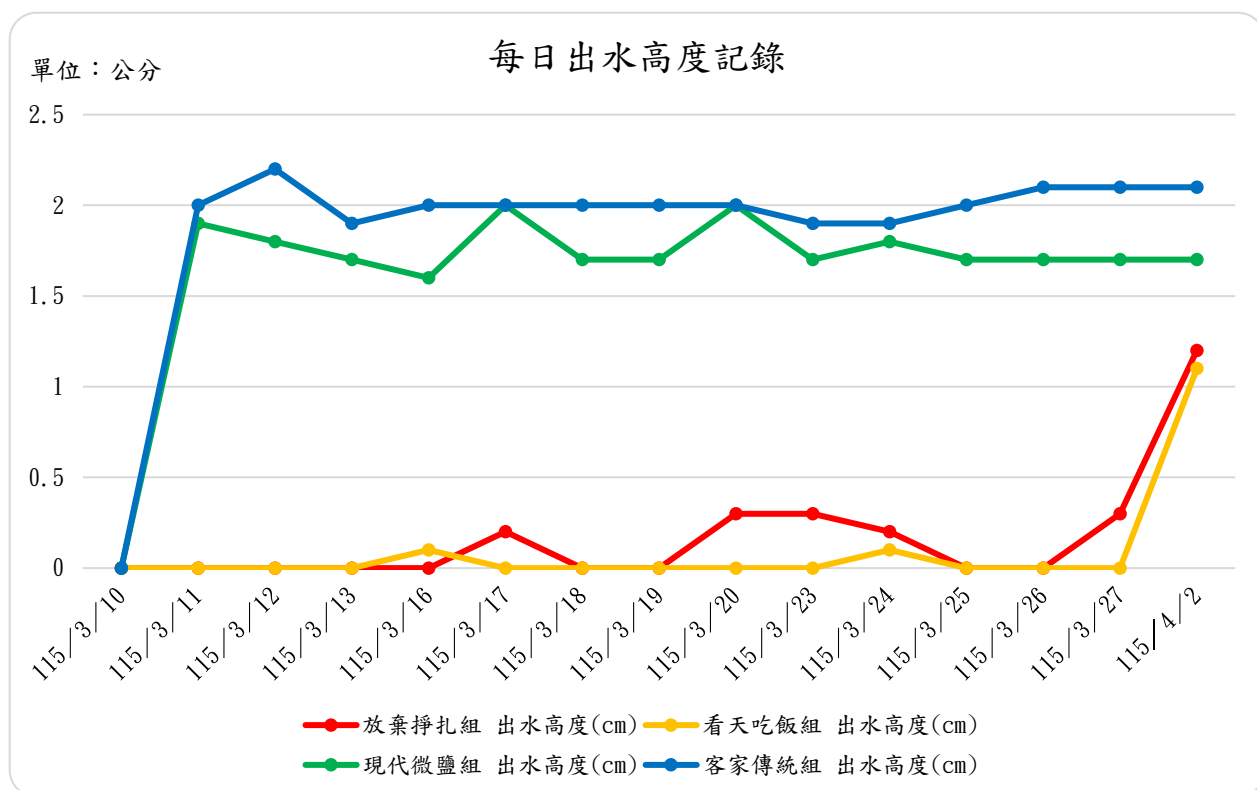
一、 氣候觀測結果



(表格來源：研究團隊數據統整)

這 23 天的中午測量中，氣溫介於 17.3℃ 至 27.1℃；中午相對濕度變化極大，最低 44%，最高達 80%。

二、 水位高度與出水速度



(表格來源：研究團隊數據統整)

(一) **放棄掙扎組：**

1. **數據表現：**實驗前 17 天，水位幾乎毫無變化，僅在 0cm 至 0.3cm 之間微幅震盪。然而，在最後一次觀測第 23 天時，水位竟突然暴增至 1.2cm。
2. **結果說明：**前期無水是因為缺乏鹽分，沒有滲透壓的動力。第 23 天的突發性積水並非物理滲透，而是因為蘿蔔已經嚴重腐敗（發霉程度達 3 級），細胞壁徹底破裂崩壞，導致內部體液流出，屬於組織液化的一種。

(二) **看天吃飯組：**

1. **數據表現：**實驗前 17 天，罐底水位幾乎為 0cm（僅有兩天出現微量的 0.1cm）。但同樣在第 23 天，罐底突然累積了高達 1.1cm 的積水。
2. **結果說明：**中午被曬乾的蘿蔔，到了下午就會把空氣中的水氣吸回來，發生「回潮現象」。因為這組沒有加鹽巴，吸回來的水是黴菌最喜歡的自由水（水活性高）。加上罐子裡悶熱，最後不但發霉到 3 級，還長出了蛆蟲。

(三) **現代微鹽組：**

1. **數據表現：**同樣在第 1 天產生滲透作用，水位達 1.9cm。然而其後續水位多半在 1.6cm 至 1.8cm 之間波動（第 10 天曾出現 2.6cm 紀錄，推測可能為局部組織崩落導致的水位震

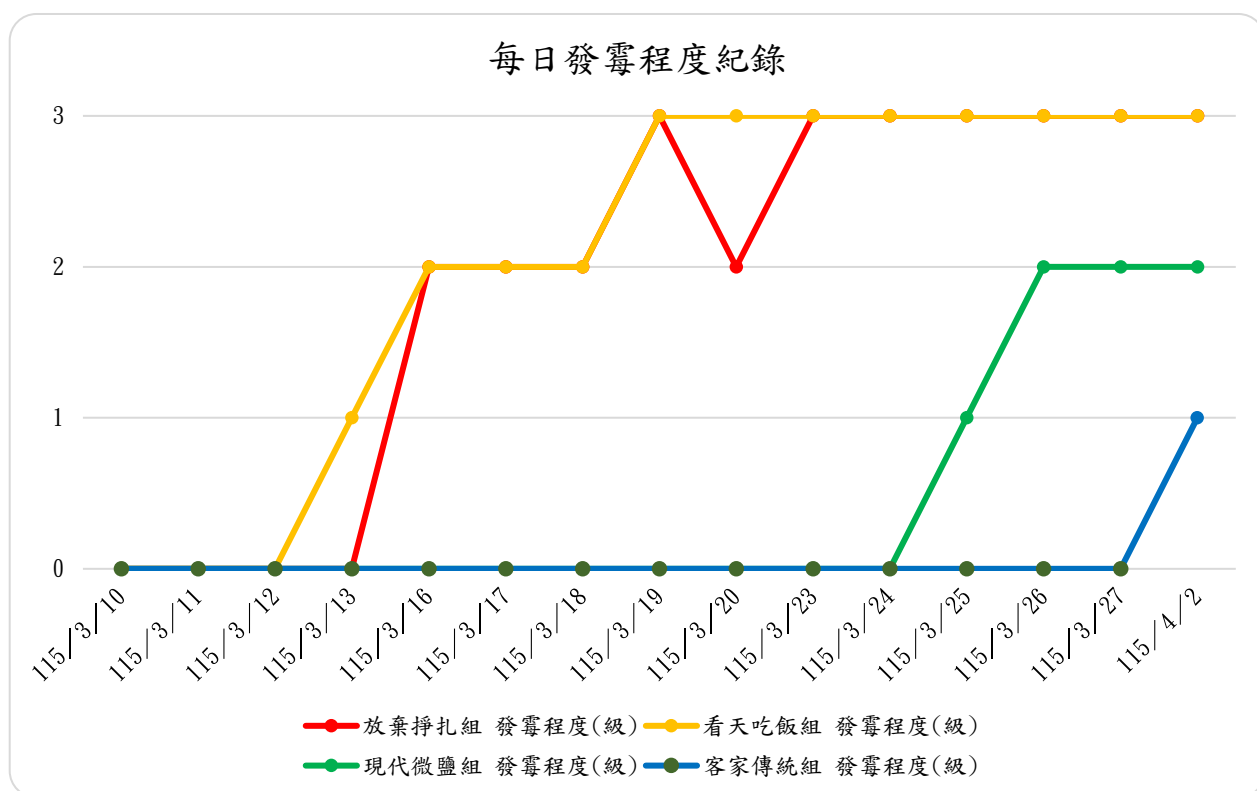
盪)。最終至第 23 天時，水位穩定停留在 1.7cm。

2. **結果說明：**6g 的鹽分雖然初期也能引發滲透作用，但因為「溶質（鹽）」的總量不足，產生的脫水極限明顯低於 10% 組，最終逼出的總水量較少。

(四) **客家傳統組：**

1. **數據表現：**實驗第 1 天水位即迅速飆升至 2cm，並在第 2 天達到最高峰 2.2cm。在後續的 20 多天裡，水位表現出極高的穩定性，始終維持在 1.9cm 至 2.1cm 之間。
2. **結果說明：**這顯示 20g 的鹽分能瞬間在蘿蔔表面製造巨大的濃度差，強大的滲透壓在短短 48 小時內就將大量細胞內水分抽出，且因為鹽分充足，後續能長時間鎖住水分不回流。

三、腐敗、發霉與蟲害時程



(表格來源：研究團隊數據統整)

- (一) **放棄掙扎組：**因完全缺乏防護，於第 6 天即觀察到 2 級發霉。隨後迅速惡化，於第 9 天達到最嚴重的 3 級發霉與腐敗。
- (二) **看天吃飯組：**防腐效果最差。在第 3 天就提早出現 1 級發霉。因缺乏鹽分保護且受高濕回潮影響，於第 10 天達到 3 級嚴重發霉，末期甚至觀察到活體蛆蟲孳生，防腐防蟲徹底宣告失敗。
- (三) **現代微鹽組：**展現出初期的抑菌能力，前 14 天皆維持 0 級發霉。但於第 15 天防線突破，出現 1 級發霉，並於第 16 天惡化

至 2 級，證明低鹽度無法長期對抗極端高濕環境。

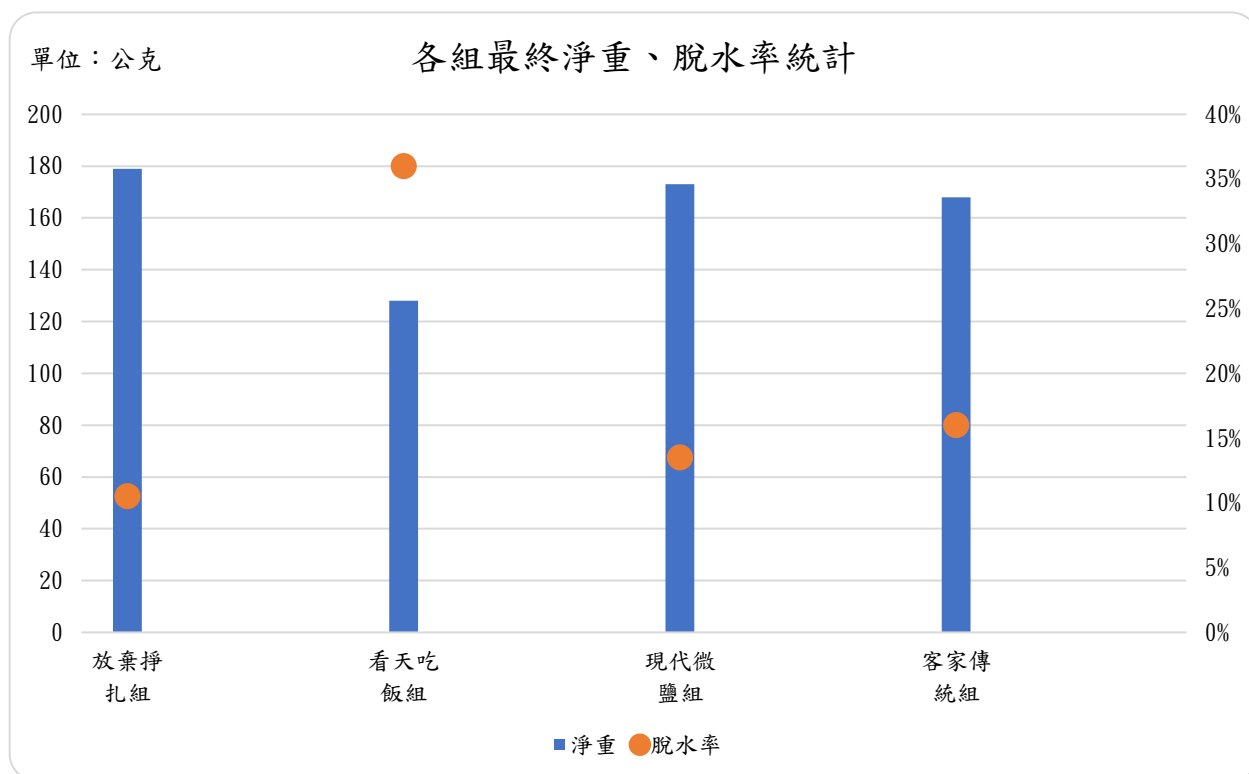
- (四) **客家傳統組**：展現絕對的防禦力，連續 17 天完美維持 0 級發霉。僅在長達 23 天的極端測試最後一天，才出現輕微的 1 級發霉，為四組中防腐與防蟲效能最卓越的組別。

四、 最終淨重、脫水率分析

將罐子裡的水份濾乾，只秤量蘿蔔本體的淨重。

	淨重	脫水率
放棄掙扎組	179	10.50%
看天吃飯組	128	36%
現代微鹽組	173	13.50%
客家傳統組	168	16%

(圖表來源：研究團隊數據統整)



(表格來源：研究團隊數據統整)

- (一) **放棄掙扎組**：最終淨重 179g，脫水率僅 10.5%，為四組中最低。因缺乏防護處理，絕大多數的水分仍滯留於蘿蔔內部，成為黴菌的溫床。
- (二) **看天吃飯組**：最終淨重僅剩 128g，脫水率高達 36%，為四組之冠。這顯示太陽的熱能能強制蒸發出最多的水分，但也受午後的回潮現象影響。
- (三) **現代微鹽組**：最終淨重 173g，脫水率為 13.5%。因鹽分較少、滲透壓較弱，脫水效果僅略高於放棄掙扎組。
- (四) **客家傳統組**：最終淨重 168g，脫水率達 16%。透過高濃度鹽分產生強大的滲透壓，有效且穩定地將水分抽出。

伍、 討論

一、 滲透壓的證據

實驗顯示，鹽分濃度越高，出水量與脫水率越高。客家傳統組加入了 20g 鹽，在細胞內外製造了極大濃度差，這個強大的滲透壓強制抽出水分。這印證了水果婆婆醃菜時蘿蔔會嚴重縮水的科學原理。

二、 看天吃飯組的溫室陷阱與蟲害危機

為什麼看天吃飯組脫水率最高，最後卻發霉甚至長蛆？

- (一) **溫室效應**：太陽高溫將蘿蔔水分「熱蒸發」出來，水氣凝結在罐底變成積水。
- (二) **自由水與回潮**：我們發現中午天氣雖乾燥，但午後濕度極高。因為罐內沒有加鹽，底部的積水全是高水活性的自由水。白天高溫加上積水，讓玻璃罐變成了黴菌溫室。
- (三) **缺乏化學屏障**：因為沒有鹽分保護，暴露在戶外的看天吃飯組散發出腐敗氣味，吸引了昆蟲產卵，最終孵化成蛆。這證明光把水分逼出來是無效的，沒有鹽巴的化學防禦，食材就會淪為大自然的培養皿。

三、 水活性的絕對防禦

3% 鹽度雖能抽出水分，但抑菌效果不如 10%穩定。這表示 3%鹽度無法將水活性降至安全標準。而 10%鹽度成功將大部分自由水轉化為高濃度鹽水，黴菌因無法獲取可用水分而無法生存，展現了絕對的防禦力。

陸、 結論

一、10%鹽度能以最高效率產生滲透壓抽出水分，但脫水率最高的反而是看天吃飯組。

二、林榮在地微氣候日夜濕度落差極大。單靠物理風乾極易產生回潮，甚至因缺乏鹽分屏障而引發嚴重的發霉與長蛆蟲害。

三、實驗證實，水果婆婆等在地客家長輩使用大量鹽巴，是為了將逼出的水分轉化為低水活性的鹽水。這不僅能對抗潮濕，更能防霉防蟲。

柒、 參考獻資料

一、施明智、蕭思玉、蔡敏郎（2014）。**食品加工學**。五南圖書出版股份有限公司。

二、國立中央大學客家學院（2018）。傳統客家菜：醃漬與曬乾的智慧。中大客家學院電子報，（292）。取自

[https://hakka.ncu.edu.tw/Hakka_ePaper/paper/paper292/292\(8\).html](https://hakka.ncu.edu.tw/Hakka_ePaper/paper/paper292/292(8).html)

三、教育部。滲透壓。教育百科：教育雲教育大辭書。取自

<https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/Detail/?title=滲透>

壓

四、黃宇任、馮堇芮、張婕云（2025）。林榮里微氣候現況探

究〔未出版之專題小論文〕。花蓮縣鳳林鎮在地環境觀測

專案。

發霉程度等級一覽表

- 0 級： 完全無異狀，看起來很新鮮。
- 1 級： 出現極小的小白點或小白毛（剛開始發霉）。
- 2 級： 出現明顯斑塊、變色，或有明顯液體渾濁。
- 3 級： 嚴重發霉（大片黑斑/綠斑），蘿蔔組織看起來已崩解。