

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

080210

pH4.6 的秘密

學校名稱：宜蘭縣羅東鎮北成國民小學

作者： 小六 盧宣竹 小六 林冠慧 小六 陳正昕 小六 鐘心妍 小五 陳立恩 小五 林鈺芝	指導老師： 陳英傑 鄭炎煒
---	-------------------------

關鍵詞：泰雅族、醃肉、pH 值

摘要

泰雅族人用豬肉、鹽、小米製成既酸又鹹的醃肉。巧妙應用了**食物保存原理、發酵原理、蛋白質變性**的化學反應，也創造了**泰雅族**特有的飲食文化。經過實驗研究，我們發現：

- 1.泰雅原住民為了要保存食物，而發展出醃肉的製作方法。
- 2.製作醃肉，小米和鹽巴缺一不可，加 6%的鹽；和小米的比例 3：1 為最佳比例。
- 3.只要含有澱粉的米飯，先以沸水煮過，都可以製作醃肉。
- 4.鹽的比例會影響發酵的速度，比例高發酵慢，但卻可以讓醃肉的存放時間越久。
- 5.環境溫度越高，發酵的速度就會越快。
- 6.醃肉 pH 值必須降至 4.6 以下，才可以讓大部分的細菌無法生長。

這項研究，不僅可以延續部落的價值，還可以應用於災難求生，甚至創造商品化的經濟，更是值得研究的課程。

壹、研究動機

你吃過原住民的「醃肉」嗎？常聽原住民的同學們說，醃肉很好吃，製作醃肉只需要加入一些**鹽巴**和半熟的小米，常溫下放置一段時間以後，就可以吃了；酸酸鹹鹹的滋味，有別於一般民族的風味，而且在部落裡，「醃肉」是很受歡迎的食物喔！讓我們覺得新鮮又好奇！

聽到同學這般描述，我們不經產生一些疑問？

第一個疑問：「醃肉」是什麼肉？是生吃的嗎？熟了嗎？是什麼滋味？原住民的同學都說是直接吃的。

第二個疑問：為什麼會有醃肉？醃肉是怎麼發明的？如何製作醃肉？就只有加入小米和鹽巴嗎？

第三個疑問：醃肉要放在冰箱嗎？常溫存放不會腐壞嗎？

第四個疑問：製作醃肉是不是有什麼科學原理？要加多少的鹽？需要加入多少的小米？為什麼小米要煮成半熟？

第五個疑問：醃肉不是只加入鹽巴和小米嗎？為什麼吃起來會酸酸的？醃肉會有多酸？

















第六個疑問：為什麼一定要用小米？其他米飯也可以製作醃肉嗎？

太多的疑問了，老師已經快被我們這一群好奇寶寶給問倒了，所以找來學校泰雅族的原住民老師，協助指導我們實際製作「**泰雅的醃肉**」，我們也藉這個機會來研究一下醃肉的「**科學原理**」和「**原住民的智慧**」。

貳、研究目的

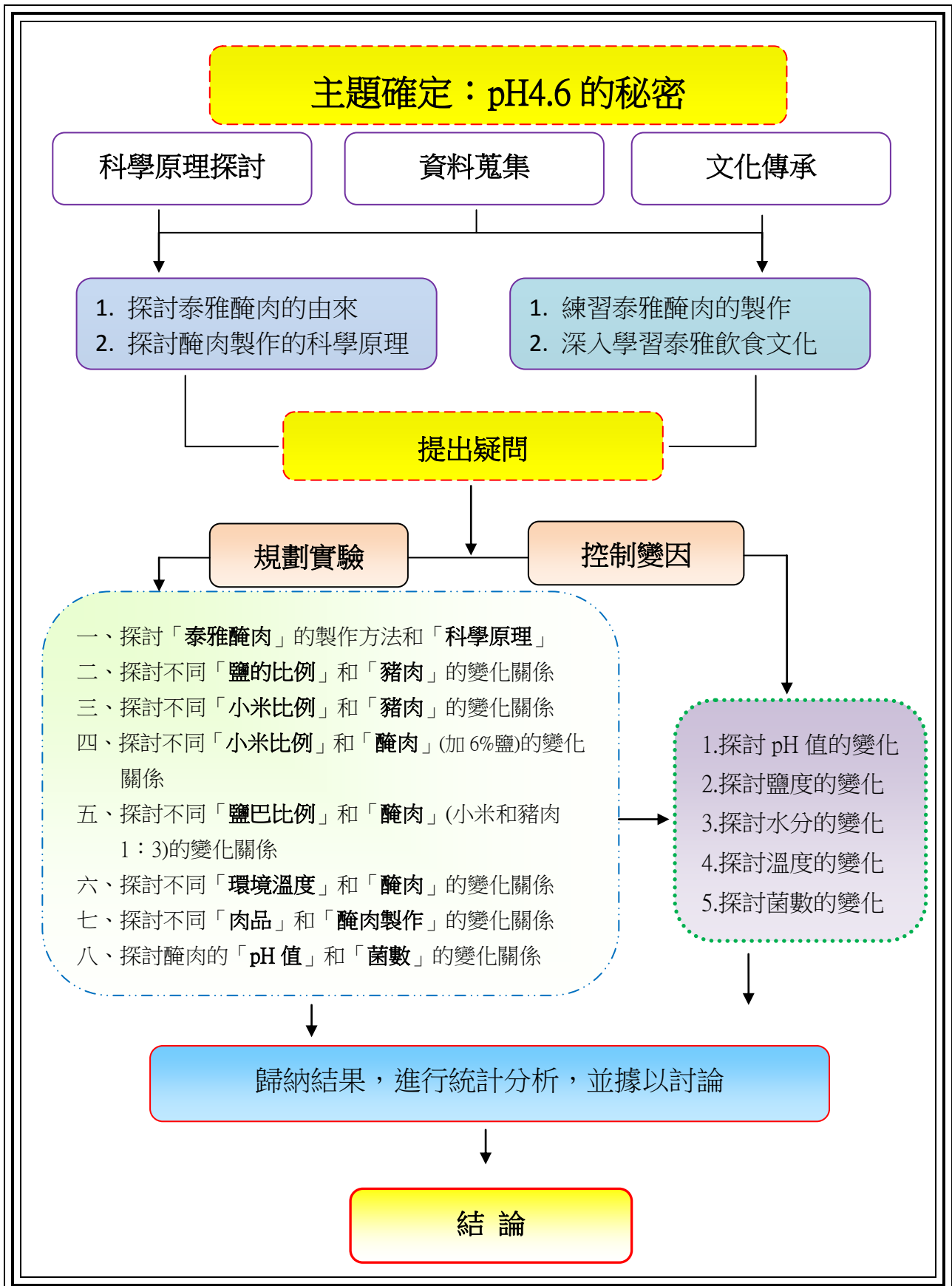
- 一、探討「泰雅醃肉」的製作方法和「科學原理」
- 二、探討不同「鹽的比例」和「豬肉」的變化關係
- 三、探討不同「小米比例」和「豬肉」的變化關係
- 四、探討不同「小米比例」和「醃肉」(加上 6%的鹽)的變化關係
- 五、探討不同「鹽巴比例」和「醃肉」(小米和豬肉 1：3)的變化關係
- 六、探討不同「環境溫度」和「醃肉」的變化關係
- 七、探討不同「肉品」和「醃肉製作」的變化關係
- 八、探討醃肉的「pH 值」和「總菌數」的變化關係

參、研究設備與器材

			
pH 計	鹽度計	肉品水分計	總菌數測試片
			
小玻璃罐	溫控箱	電子秤	食鹽
			
試管震盪混合器	豬肉	小米	瓦斯爐、鍋具
			
定量吸管	雞肉	牛肉	圓糯米、蓬萊米

肆、研究方法

一、擬定架構



二、文獻探討

(一)泰雅族醃肉的由來和製作方法

早期，泰雅原住民生活在高山叢林中，因為打獵、墾荒需要大量運動、穿梭，因此大量流汗；而且，因為居住在高山地區，鹽巴取得不易，需要補充鹽分；而且口味較鹹的食物比較容易下飯。

在沒有冷藏設備的當時，「醃漬」就成為保存食物最好的方法。早期因為獵獲物(山豬)可能無法立即吃完，泰雅族人想到可以同時兼顧保存肉類，使肉類不腐化，同時能夠讓族人補充鹽分的方法。如此一來，「醃肉」就被發明了。傳統上，醃肉並非人人可吃，在一些部落只有長輩能優先吃，「泰雅醃肉」是對遠道而來的親朋好友，最上等的見面禮。雖現代冰箱已經普及化，但泰雅醃肉已變成傳統的日常食物之一，醃肉仍然是泰雅居民們的熱門食物。泰雅族人會直接夾醃肉(不經烹煮)配白飯吃，醃肉仍是泰雅族人的熱門食物，每次只要端上桌大家都會搶著吃，這是專屬於泰雅的家鄉味。

醃肉的製作方法很簡單：

- 一、取一些五花肉，加入適量的鹽巴攪拌(早期製作以味覺經驗加入鹽巴，多寡不一)。
- 二、將小米煮成半熟狀態(早期將小米煮滾即撈起)，放冷備用。(早期小米的比例也是憑藉經驗的調整，多寡不一)。
- 三、將五花肉、鹽巴先攪拌充分混合，再加入小米一起攪拌均勻。
- 四、分裝在乾燥的罐子(陶甕)裡，要注意裝入時要緊密填滿，盡量不要有空隙。
- 五、置放在陰涼處約 7~10 天，即可食用。(看天氣狀況，冬季需多放 3-5 天)

(二)醃肉的科學原理探討

經過部落訪查、資料蒐集和查詢，我們發現，「泰雅醃肉」的製作過程中，充滿一些科學原理：

1.發酵原理

清華大學傅麗玉教授的研究指出，醃苦花魚或「醃肉」的技術，是泰雅族傳統的食物保存技術，其中涉及豐富的科學原理。泰雅族採用冷的米飯與鹽醃過的肉交互重疊堆積，米飯經過一連串自然「發酵過程」產生「醋酸」，將食鹽醃過的肉輕微酸化，產生更好的防腐效果，且風味更好的醃肉。米飯的主要成分是澱粉，澱粉在酸性溶液中，經水解產生葡萄糖，其過程如圖 4-2-1 所示：

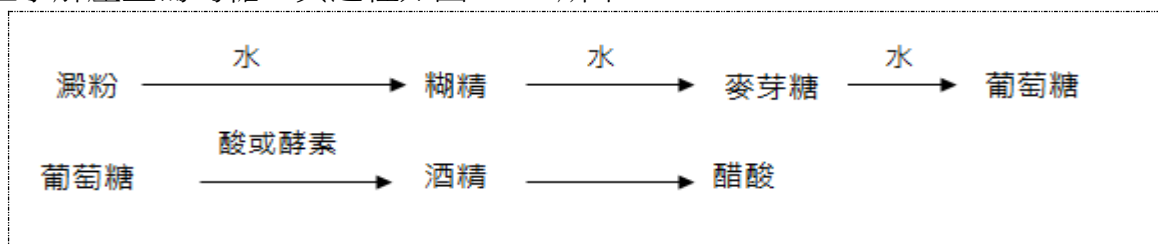


圖 4-2-1 澱粉發酵原理說明圖

2.食物保存原理

因為肉品含有供給生物生存的各種營養，又含有大量的水分，故肉類非常容易變質。有足夠空氣時，未經適當處理或保存的肉上面會滋生細菌，肉會變得發霉、發黏；

而米飯經過發酵作用所產生的酸，具有保護肉的作用，但因為效果有限，因此必須依賴食鹽延長保存期限。如此，可以阻止不良的細菌生長，又同時能保留好的細菌，阻止一些在食鹽中更容易繁殖的細菌。另一方面，因為泰雅族在高山上溼冷的環境中，要讓肉脫水，只好以大量的鹽巴來保存。

3. pH4.6 的關鍵因素

泰雅族的老祖先醃肉的目的，在於延長肉的保存期限。影響肉品保存期限的最主要原因是細菌。影響細菌成長的原因很多，例如溫度、水分、光線等。細菌的來源到處都有，細菌可以快速侵入肉品中，使肉快速腐爛。如果能殺菌或阻止細菌成長，便可延長肉類的保存期限。

細菌的發育需要水分，當水分減少到 50% 以下後，細菌的發育能力就逐漸衰退，而當水分減至 40% 以下時，可阻止大多數細菌的發育能力，但還不能殺死細菌，必須長期乾燥才有可能使細菌死亡。

在食品界，酸性食品與低酸性食品之界線以 pH4.6 為依據，pH4.6 以下者為酸性食品，可以在 100°C 以下常壓殺菌，pH4.6 以上者為低酸性食品，須在 100°C 以上高溫高壓殺菌。

食品依其酸鹼值的高低，可分為低酸性食品(pH 值 4.6 以上)及酸性食品(pH 值 4.6 以下)。大部分細菌多適合於中性酸鹼值(pH 值 7)條件下發育，偏酸或偏鹼均會破壞細菌之分解酶活性及細胞結構，使得細菌無法正常發育而死亡，至於酵母菌及黴菌則適宜偏酸性(pH 值 4~6)條件下發育。相關說明如圖 4-2-2 所示：

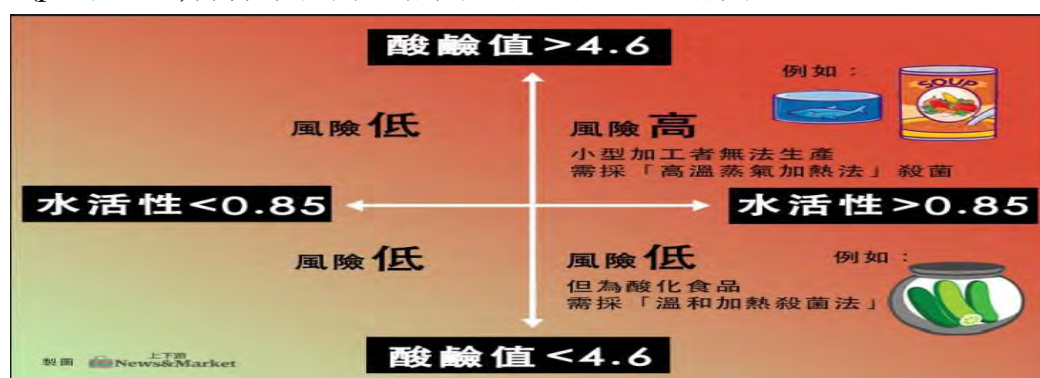


圖 4-2-2 食品水活性與酸鹼值風險圖 《本圖取自食品產業跨領域智慧自動化創新社群》

台灣大學丁俞文教授表示，食物本身就是化學結構的組合，因此產生化學反應很正常。食品品質下降的原因，大致上是受到溫度、pH 值等的影響，以 pH 值為例，不同微生物可適應的 pH 值不同，pH 值 4.6 以下的酸性食品會使大部分的細菌無法生長。

在各類食品的安全檢測上，有一個重要標的(肉毒桿菌)。由於肉毒桿菌毒素的毒性非常強，不能允許其在食品內繁衍，所以在許多國家都設立了水活性低於 0.85 以及 pH 值小於 4.6 的安全門檻。一般的致病微生物生存的門檻，大約在 pH 4.6 值左右，所以在食品加工的時候，可以透過選擇原料的酸度、額外加酸等手段，調整最終產品的 pH 值，或是直接生產會自行產酸的產品，例如：泡菜利用乳酸菌，產生乳酸以降低整體 pH 值。

4.蛋白質變性原理

肉類中的蛋白質含量約有 20%，蛋白質在某些物理和化學因素作用下，其特定的空間構象被改變，從而導致其理化性質的改變和生物活性的喪失，這種現象稱為蛋白質變性。引起蛋白質變性的原因，可分為物理和化學因素兩類，物理因素可以是加熱、加壓、脫水、攪拌等作用等；化學因素則有強酸、強鹼、尿素、重金屬鹽等作用。

因為強酸、強鹼可以使蛋白質中的氫鍵斷裂。也可以和游離的氨基或羧基形成鹽，在變化過程中也有化學鍵的斷裂和生成；因此，可以看作是一個「化學變化」。

5.澱粉糊化的化學反應

澱粉屬於多醣類，是由數百到數千個葡萄糖小單元，連結而成大分子。澱粉在常溫下不溶於水，當澱粉的物理性能發生明顯變化，澱粉在高溫下溶脹、分裂成均勻糊狀溶液的特性，稱為澱粉的糊化。

但當水溫 53⁰C 以上時，就可與水產生反應，造成澱粉的長鏈結構斷裂，這個現象稱為「澱粉水解」反應。澱粉的水解反應，會先水解成糊精、麥芽糖，甚至最後水解產生葡萄糖。澱粉糊化的化學反應過程說明，如圖 4-2-3 所示：

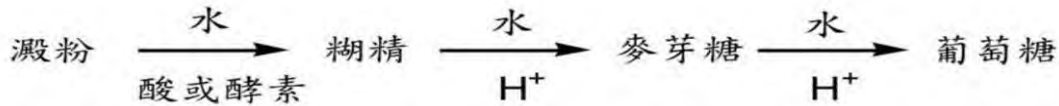


圖 4-2-3 澱粉糊化的化學反應過程說明圖

三、經驗傳承

醃肉的製作過程和準備的材料，看起來好像很簡單，準備的材料只有豬肉、鹽巴和小米；但是，卻不是那麼容易的。部落的耆老告訴我們，並不是每個原住民朋友都會做醃肉；因為，各種材料的比例是多少？製作過程中不能有水分等，有一些細節還是需要經驗的。

我們請學校裡很資深的泰雅原住民老師，來指導我們製作醃肉，老師做醃肉的經驗已經超過 30 年了，學習經過和步驟，如圖 4-3-1 所示。

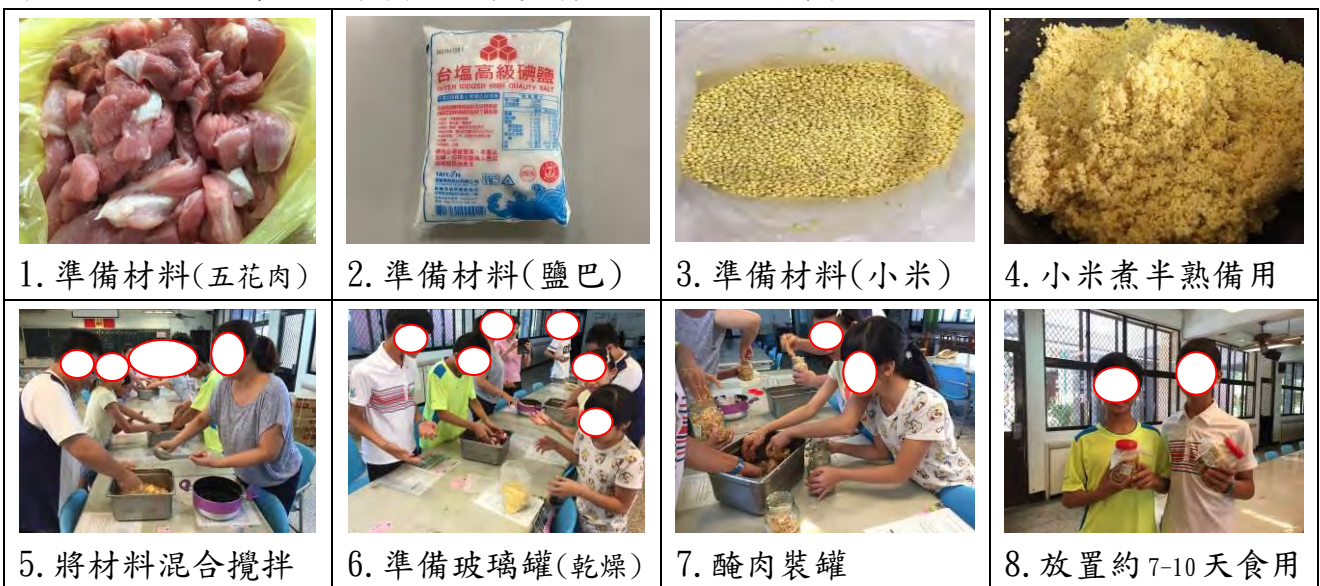


圖 4-3-1 學習原住民醃肉製作過程與方法

四、規劃實驗

(一)提出疑問

【疑問一】是「鹽巴」還是「小米」能夠使豬肉不腐壞？

我們發現：泰雅「醃肉」的製作方法和材料其實很簡單，只有豬肉、小米和鹽巴；但是在常溫的保存過程中，豬肉為什麼不會腐壞，是鹽巴的抑制？還是小米的作用？或者，鹽巴和小米缺一不可？

【疑問二】應該放多少鹽？應該放多少小米？小米和鹽的比例？

製作醃肉的豬肉、小米和鹽巴的最佳比例是多少呢？老師教我們製作醃肉，雖然有經驗，但卻不知道比例？

【疑問三】為什麼要放很多鹽？鹽和醃肉的保存時間有關？

鹽吃太多，是不健康的？為什麼要加很多鹽？難道是為了保存醃肉？鹽的比例和醃肉保存時間有關係嗎？

【疑問四】溫度，會影響醃肉的製作時間嗎？

製作醃肉，為什麼夏天 7-10 天就可以吃？冬天就要 10-15 天？溫度對發酵的速度會有影響？

【疑問五】一定要用豬肉嗎？牛肉？雞肉？也可以製作醃肉嗎？

醃肉，一定是豬肉嗎？其他肉品是否也可以？為什麼早期原住民都醃豬肉？

【疑問六】pH 值 4.6 以下，真的就沒有菌了嗎？

為什麼，醃肉的 pH 值要降至 4.6 以下？真的沒有菌嗎？該如何測試有沒有菌呢？

(二)規劃實驗

在蒐集資料和文獻探討的過程中，我們發現「泰雅醃肉」的製作過程中，鹽巴扮演了非常重要的角色，使得肉品較不容易腐壞；而「小米」則是發酵變酸的主要因素；另外，我們也發現：不同微生物可適應的 pH 值不同，細菌適合生長的 pH 值是 6.5 ~ 7.5；黴菌則是 4.0 ~ 6.0，而 pH 值低於 4.6 以下的酸性食品會使大部分的細菌無法生長。

因此，我們這次的實驗，主要規劃的方向如下：

1. 探討醃肉「pH 值」的變化。
2. 探討醃肉「水分」的變化。
3. 探討醃肉「鹽度」的變化。
4. 探討醃肉「溫度」的變化。
5. 探討醃肉「菌數」的變化。

五、控制變因

我們也注意到，實驗過程中應該要謹慎控制變因，經過討論，我們認為可能影響醃肉製作的變因，主要有以下幾項：

- (1)肉塊的大小和部位。(2)鹽巴的多寡。(3)小米的多寡。(4)環境的溫度。(5)瓶子是否乾燥。(6)醃製的時間。(7)是否裝填緊密。

為了控制變因，這一次實驗，全部以「豬里肌肉」來實驗；而且以小瓶罐封裝，統一放在防潮的櫃子裡面。

伍、研究過程、結果和討論

【疑問一】小米？鹽？誰可以幫助豬肉防腐，延長保存期限？

《研究一》探討不同「鹽的比例」和「豬肉」的變化關係

(一)研究過程

- 1.準備一些豬里肌肉條，每一條肉的體積大小、長度、重量，盡可能都要一樣。
- 2.以不同比例的鹽巴(1%、2%、3%、4%、5%、6%)，充分混和攪拌，醃漬肉條。
鹽巴和豬肉的比例說明：
 - (1)鹽巴：肉 = 1g：100g → 1%。
 - (2)鹽巴：肉 = 2g：100g → 2%。
 - (3)鹽巴：肉 = 3g：100g → 3%。
 - (4)以此類推。
- 3.模擬醃肉存放，豬肉要裝滿，將肉裝入小玻璃罐中密封，各分裝成 8 罐，再常溫保存。
- 4.每天記錄一次，記錄豬肉 8 天的變化。
- 5.記錄不同鹽的比例和豬肉的(pH 值、鹽度、溫度、肉品水分)變化反應。
- 6.研究的過程、步驟、方法和說明，如圖 5-1-1 所示。



圖 5-1-1 不同鹽的比例和豬肉的變化關係實驗過程說明圖

(二)研究結果

- 1.我們將圖 5-1-1 的實驗結果記錄下來，先觀察肉品外觀和氣味的變化，我們發現：
 - (1)鹽的比例為 1%、2%時，從第 1 天開始，肉的外觀已經略為發霉，而且味道有點臭；第 2 天開始，肉的外觀就已經明顯腐壞，腐臭味很重。
 - (2)鹽的比例為 3%時，經過第 1、2 天都還算正常，但是第 3 天開始，肉的外表顏色比較暗沉，味道也有點腐臭；第 4 天開始就完全腐臭了。
 - (3)肉加鹽的比例為 4%時，第 1-4 天時，豬肉的外表還算正常；到了第 5、6 天時，

就有一點腐臭味，第7天開始，外觀已經明顯腐壞也出現較重的腐臭味。
 (4)肉加鹽的比例為 5%、6%時，從第 1~8 天，確實可以比較有效保存肉品，但第 8 天，雖然外觀完好，但還是覺有一點點肉的腐臭味。

(5)我們推測：豬肉加鹽的比例越高，越不容易腐臭，不容易腐壞。

2.接著再檢測肉品 pH 值、鹽度、溫度和水分的變化，研究結果如圖 5-1-2 所示：

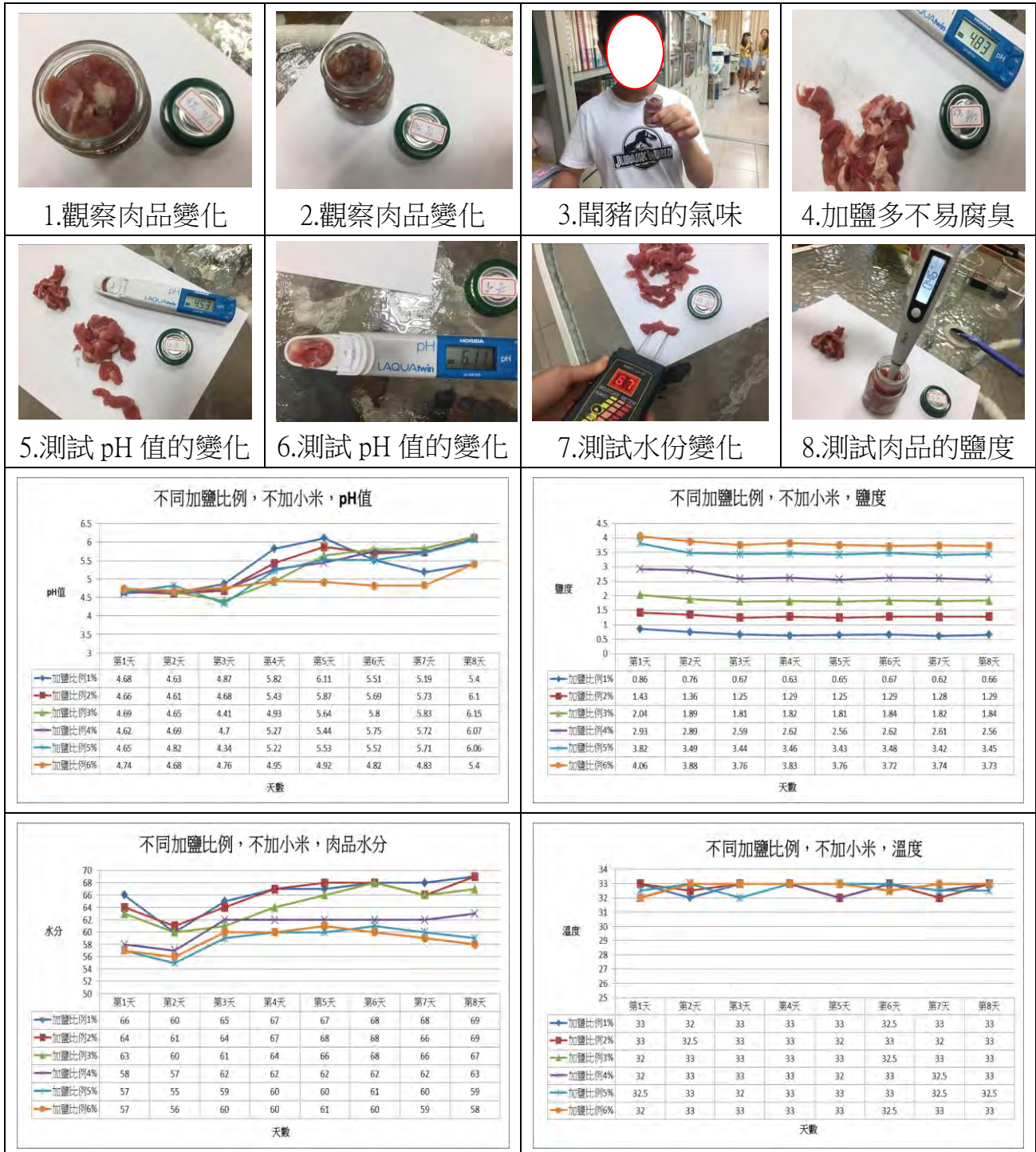


圖 5-1-2 不同鹽的比例和豬肉的變化關係結果說明圖

3.從圖 5-1-2 的實驗結果，我們發現：

(1)新鮮的豬肉，和我們一開始測驗豬肉的 pH 值，大約都是 5.5~5.8 左右。

(2)豬肉加鹽的比例越高，豬肉的鹽度就會越高；相對地，豬肉可以保存(沒有腐

臭)的時間也就越久。

- (3)不管加鹽的比例多寡，豬肉的 pH 值大約保持在 4.4~6.1 左右；**我們推測：加鹽的比例，和豬肉的 pH 值變化，並沒有直接的關係。**
- (4)肉品的水分，會因為放置時間慢慢減少，加鹽比例越多，肉品水分也會比較低；但是當肉品開始腐臭時，水分又會升高了一些。
- (5)因為常溫保存，肉品溫度和環境溫度一樣，大約在 32~33⁰C。

(三)討論

1.為什麼豬肉放到小玻璃罐時，要紮實、緊密、填滿？

- (1)影響微生物生長的主要條件有水分、空氣和溫度等。
- (2)醃肉製作教學中，老師一再強調，要將罐子裝到 9 分滿，而且裝填過程要緊密紮實，盡量不要有空隙，不然醃肉也很容易腐壞。
- (3)罐子裡只裝一條豬肉，罐子充滿較多空氣，不管加入多少鹽巴，都會助長豬肉的微生物生長而腐壞，豬肉大約都在 1、2 天時間就腐壞了。
- (4)相關實驗過程和結果如圖 5-1-3 所示。



圖 5-1-3 玻璃罐豬肉未裝滿實驗變化過程說明圖

2.為什麼鹽巴可以抑制細菌？

- (1)食材會腐壞主要是因為一種叫作「腐敗菌」的微生物所引起，微生物生長、繁殖的基本需求包含濕度。只要加入食鹽醃漬，利用高濃度的鹽分讓食材脫水，就能夠防止微生物繁殖。當鹽巴使食物的含水量減少，水活性便降低，微生物因此不易生存，便能達成食物防腐，而延長保存的目的。
- (2)以鹽巴醃漬食物達成保存與防腐，是由於鹽巴具滲透壓，當微生物觸碰到鹽巴的一瞬間，就會產生滲透壓，半透膜會變成浸透膜，微生物的水分通通會被排出體外而死亡。
- (3)撒鹽，直接把鹽巴灑在食材表面，優點是食鹽的滲透率高、脫水量多，讓食材的儲存期限更長；不過也容易讓食鹽滲入不均勻，也可能會因為接觸空氣而造成氧化。
- (4)一般來說食鹽濃度超過 15%~20% 便可使微生物無法增生，讓食物延長保鮮。

3.什麼是 pH 值？

- (1) pH，亦稱 pH 值、氫離子濃度指數、酸鹼值，是溶液中氫離子活度的一種標度，也就是通常意義上溶液酸鹼程度的衡量標準。

(2)通常情況下(25°C)，當 pH 小於 7 的時候，溶液呈酸性，當 pH 大於 7 的時候，溶液呈鹼性，當 pH 等於 7 的時候，溶液為中性。

(3)我們這次實驗所使用的 pH 計，是食物專用 pH 計，可以檢測醃肉的 pH 值。

4.什麼是肉品水分？

(1)從量的觀點上，水分是肉類組成份中最重要。新鮮肉品中約有 75% 的重量是水分。由於水分是生化反應上通用的基質，它可重大的影響肉類在冷藏、貯藏及加工中的變化。

(2)肉中水分雖無營養價值，但在加工上具有其特殊意義或機能，例如：保水性問題牽涉於肉或肉品品質，水活性則關聯食品保存。

(3)我們的實驗以肉品水分計，來測試醃肉製作過程中肉品水分的變化情形。

5.什麼是鹽度？

(1)鹽度的基本定義為每 1000 克的水內的溶解物質的克數。

(2)我們以鹽度計來測試醃肉的鹽度、溫度。

(3)一般日常飲食的鹽度表，如圖 5-1-4 所示。

醃漬物	湯汁	濃湯、鹵水	魚類	肉類
醃漬食品 1.7 德版泡菜 2.1 韓式泡菜 2.2 酸櫻 2.8 狗羅蘭 3.6 蜜餞 14.3	火鍋湯底 0.8 義大利蔬菜湯 1.2 法式濃湯 1.2 拉麵湯 1.4 泰式酸辣湯 1.5 咖哩 1.6	味噌湯 0.9 煮蔬菜的水 1.0 煮義大利麵的水 1.0 濃肉湯 1.9 濃鹽水、鹵水 2.9 Ayran 4.9	沙丁魚 1.0 鮭魚 1.1 醃漬鱈魚 1.3 鱈魚 2.4 鱈魚肝 2.8 醃漬魚內臟 3.2 醃漬鱈魚肝 5.2 鯉魚 10.0	香腸 0.8 火腿 1.1 義大利 Salami 香腸 1.6 培根 1.7 Prosciutto 煙燻五香火腿 3.2

圖 5-1-4 日常生活飲食鹽度參考表

6.為什麼實驗中，鹽的比例要設定為 1~6%？

(1)在醃肉製做的教學過程中，我們有記錄老師鹽巴和肉的比例，大約占豬肉重量的 6% 左右，或更多一點。

(2)鹽巴太多，對身體是相對不健康的，所以我們測試 1~6% 的鹽。

《研究二》探討不同「小米比例」和「豬肉」(不加鹽)的變化關係

(一)研究過程

1.準備一些豬里肌肉條，每一條肉的體積大小、長度、重量，盡可能都要一樣。

2.先將小米煮過，煮成半熟備用。

3.以不同比例的半熟小米和豬肉充分混和攪拌，醃漬肉條。

小米和肉的比例說明：

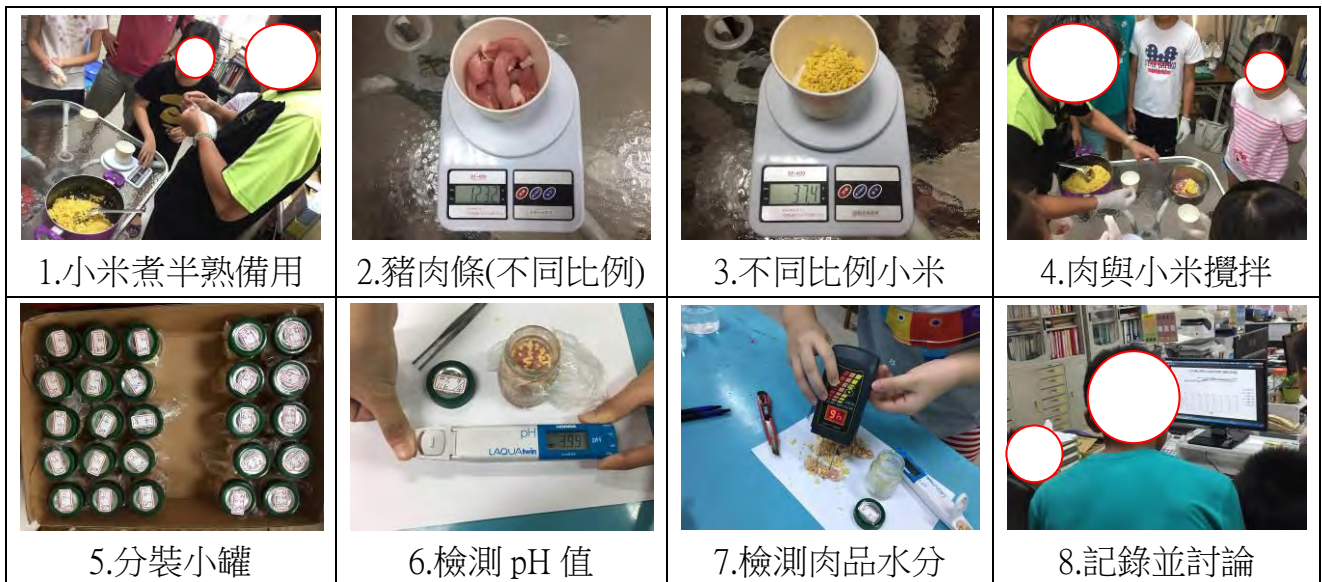
(1)小米：肉 = 10g：20g → 1：2。小米：肉 = 10g：30g → 1：3。

(2)小米：肉 = 10g：40g → 1：4。以此類推。

4.將肉裝入小玻璃罐中密封，各分裝成 9 罐，常溫保存；每天記錄一次，記錄 9 天的變化。

5.記錄不同小米的比例和肉的(pH 值、鹽度、溫度、肉品水分)變化反應。

6.研究的過程與說明，如圖 5-2-1 所示。



5-2-1 不同小米的比例和豬肉的變化關係實驗過程說明圖

(二)研究結果

1.我們觀察和測試的結果記錄下來，以圖片和圖表來說明，如圖 5-2-2 所示。



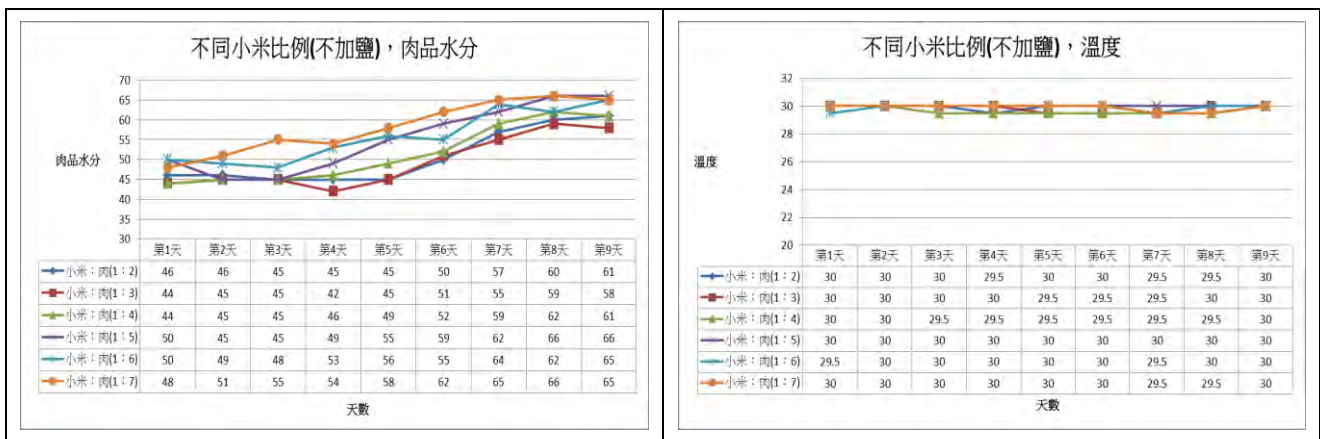


圖 5-2-2 不同小米的比例和豬肉的實驗結果說明圖

1.如圖 5-2-2 的實驗結果，從豬肉外觀的觀察，我們發現：

- (1)當小米的比例為 1：2、1：3、1：4、1：5 時，第一天，肉品的外觀看起來似乎是好的，豬肉的顏色明顯變得比較白；但第 2~4 天開始出現酸酸的腐臭味；第 5 天就出現嚴重的腐臭味。
- (2)當小米的比例為 1：6、1：7，第 1~3 天就有明顯的酸臭味；第 4 天之後開始滲出水分。第 5 天開始，部份豬肉非常嚴重的腐臭味，而且又濕又黏。
- (3)我們推測：小米並無法防止豬肉腐壞。

2.接著再檢測肉品 pH 值、鹽度、溫度和水分的變化，並記錄下來，我們發現：

- (1)不管加入小米的比例多少，第一天的 pH 值很明顯下降約 4.2~4.6 之間；第二天下降到最低約 3.7~4.9 之間。
- (2)加入小米的比例為 1：6 或 1：7，pH 值在第 3 天開始，就無法下降；小米的比例比較多時，pH 值可以下降到比較低；但是第 4 天開始，pH 值也都開始往上升了。
- (3)在鹽度方面，則沒有明顯且規律的變化關係，只有肉品本身的鹽度。
- (4)肉品的水分，很明顯的降低了，從 74%下降至 43%~50%之間，第 4、5 天開始，肉品水分又開始上升。
- (5)當時的環境溫度約 30°C。
- (6)我們推測：小米雖然可以暫時讓豬肉的 pH 值降低，但卻無法有效保存醃肉。

(三)討論

1.如何將小米煮成半熟？

- (1)我們用水量來控制小米煮成半熟狀，水煮沸後約再煮一分鐘，即爛至半熟。
- (2)以小米和水的重量比例來控制小米的熟度。

例如：小米：水 = 1：1 為全熟。

小米：水 = 1：0.5 為半熟。

【疑問二】製作醃肉，小米和鹽巴缺一不可嗎？

從《研究一》《研究二》的實驗結果，我們發現：

- (1)只加入鹽巴，無法讓豬肉的 pH 值下降，一定比例的鹽巴，僅能短時間保存豬肉。
- (2)只加入小米，雖然可在短時間內讓 pH 值下降，但是卻無法有效延續保存時間。
- (3)製作醃肉，小米和鹽巴缺一不可嗎？

《研究三》探討不同「小米比例」和「醃肉」(鹽巴 6%)的變化關係

(一)研究過程

- 1.準備豬肉條，大小重量盡可能相同，再將小米煮成半熟放涼備用。
- 2.小米和豬肉的比例則設定為 1:2、1:3、1:4、1:5、1:6、1:7。
- 3.以固定的鹽巴比例(6%)，來製作醃肉。
- 4.將豬肉、鹽巴先攪拌，再加入小米攪拌，然後裝成 10 小罐，常溫存放。
- 5.每天觀察記錄豬肉的變化，紀錄 10 天，相關實驗方法和過程，如圖 5-3-1 所示。

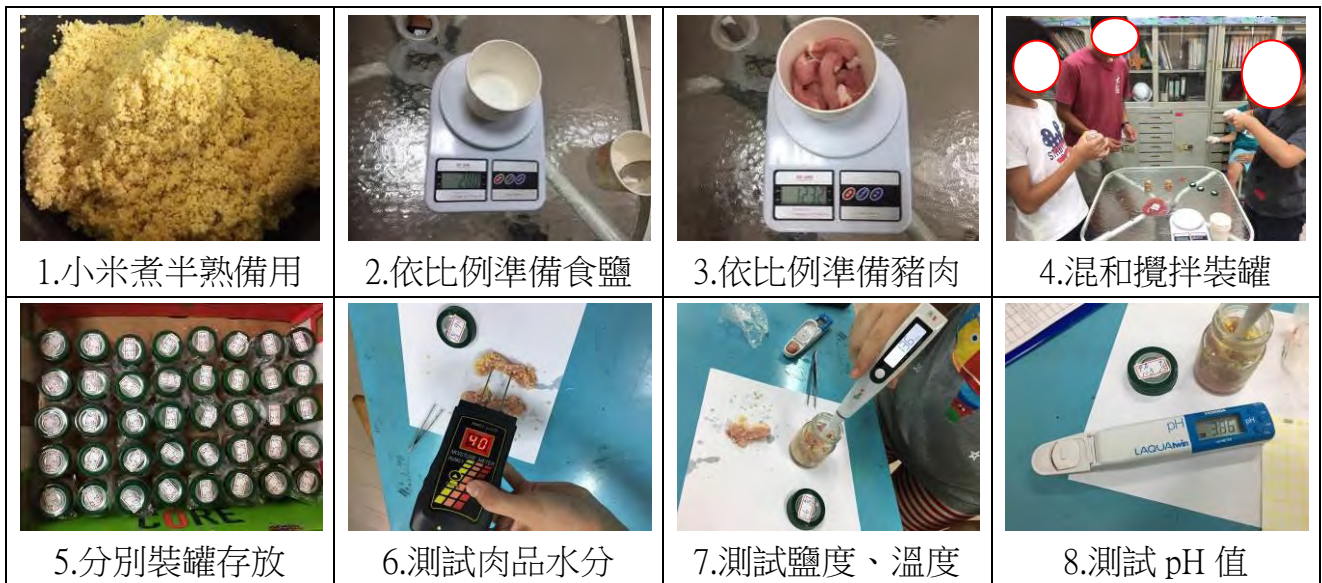
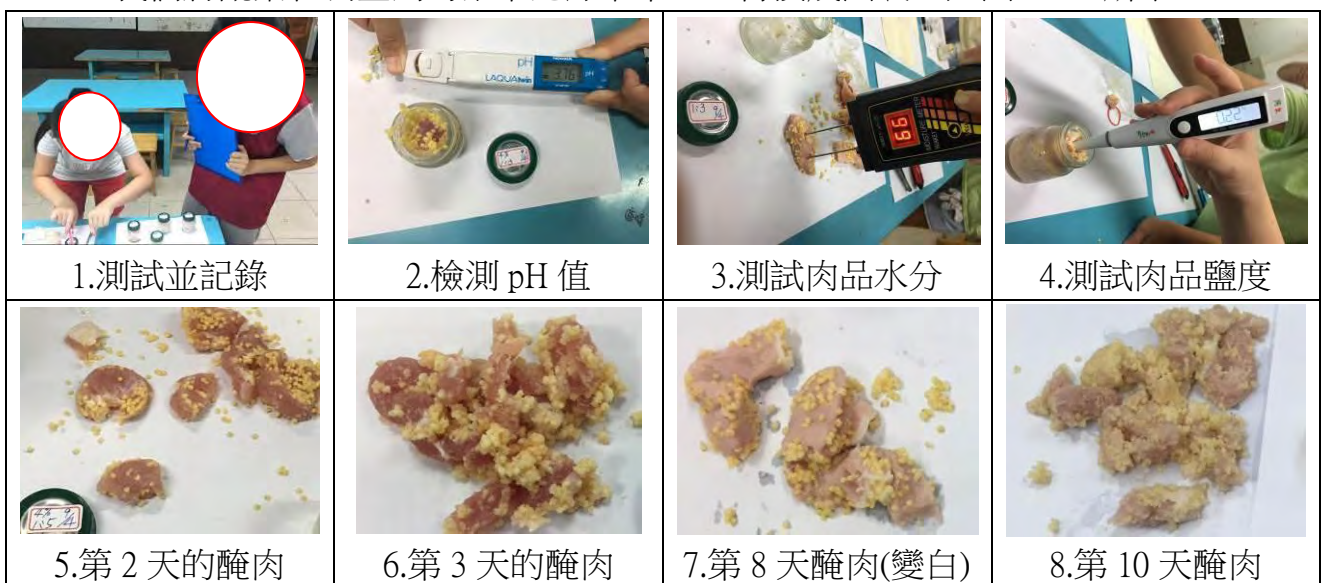


圖 5-3-1 不同小米比例加 6%的鹽和豬肉的變化實驗過程圖

(二)研究結果

- 1.我們將觀察和測量到的結果記錄下來，並轉換成圖表，如圖 5-3-2 所示。



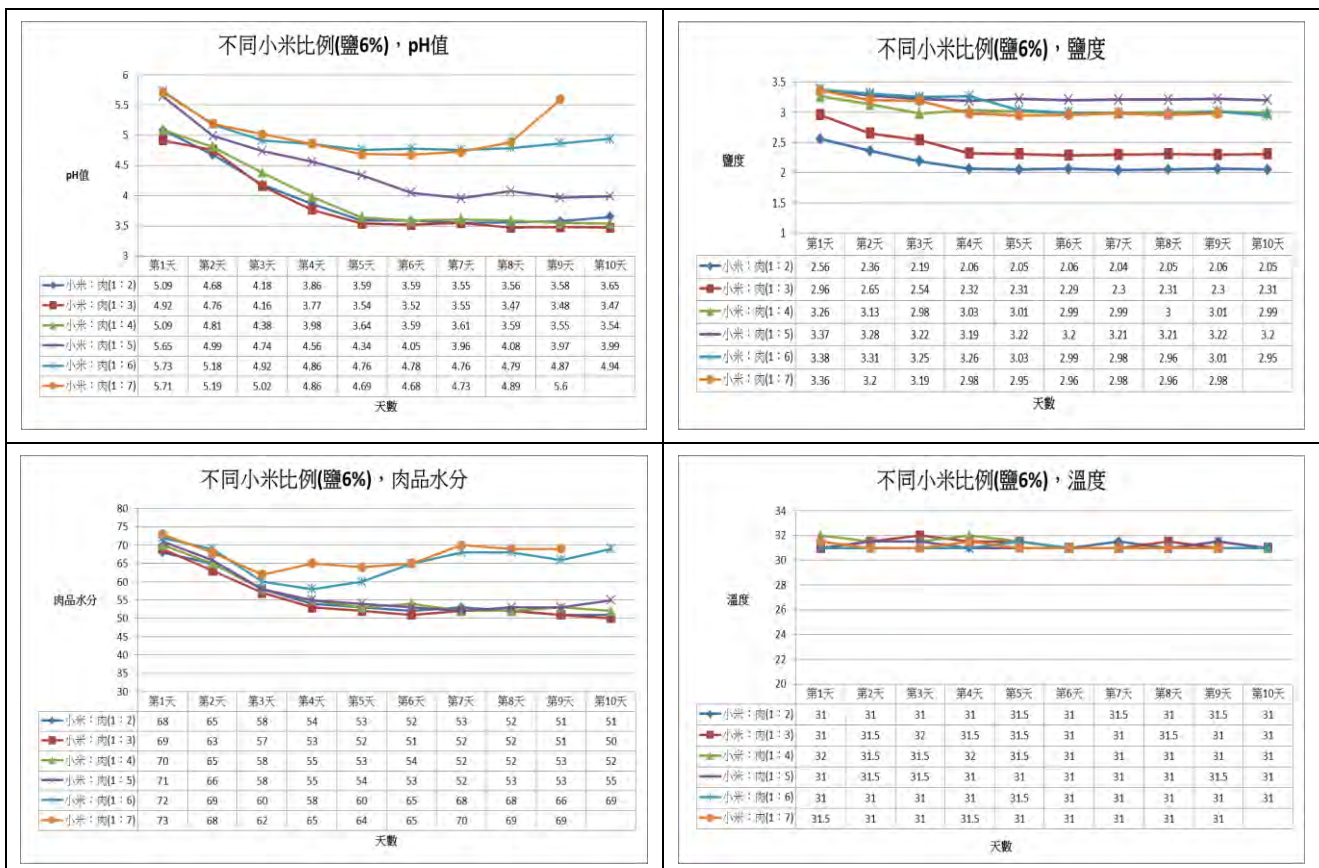


圖 5-3-2 不同小米比例加 6%的鹽和豬肉的變化結果說明圖

2.如圖 5-3-2 的實驗結果，從豬肉外觀的觀察，我們發現：

- (1)豬肉的顏色，看起來由血紅色慢慢轉變為粉白色，看起來也比較乾，以外表來觀察，我們判斷：豬肉應該是熟了。
- (2)以豬肉的氣味來看，不再有腐臭的味道出現；反而是有一點淡淡的香氣，也有一點點酸酸的味道。小米和豬肉的比例 1：2、1：3、1：4，都是酸酸香香的味；1：5 的比例，則有一點點的酸腐味。
- (3)從外表來看，小米和肉的比例至少要 1：4，否則豬肉大概第 8 天，就開始會腐臭。小米的比例如果太少(1：6、1：7)，第 8 天開始，就有腐臭味出現。
- (4)我們推測：醃肉的製作，小米和鹽巴缺一不可；而且小米和肉的比例不能少於 1：4。我們認為：小米和豬肉的比例 1：3 最為恰當。

3.接著再檢測醃肉的 pH 值、鹽度、溫度和水分的變化，並記錄下來，我們發現：

- (1)當小米和豬肉的比例 1：2、1：3、1：4 時，pH 值可以有效下降約 3.6 左右。小米的比例如果太少，則 pH 值無法有效下降到 4.6 以下，豬肉也會腐臭。
- (2)在鹽度方面，前三天鹽度慢慢下降；鹽巴的比例越高，鹽度就會越高；鹽巴的比例越低，鹽度就越低；當小米的比例越多，鹽度也會比較低。
- (3)肉品的水分，很明顯的降低了，在豬肉的比例 1：2、1：3、1：4、1：5 時，可以製作醃肉，從 74%下降至 50%~55%之間。
- (4)當時的環境溫度約 31~32°C。我們推測：醃肉製作，小米和鹽巴缺一不可。必須加入鹽巴和小米，才可以有效讓 pH 值下降，且延長保存時間。

(三)討論

1. 為什麼要用小米？其他的米飯也可以製作醃肉嗎？一般米飯、麵粉、小米、玉米相比，澱粉含量差別很大嗎？

(1) 經過資料查詢，上述各種糧食的澱粉含量相差並不大，都在 70%~80% 之間。

其他豆類(紅豆、綠豆…)、薯類(芋頭、甘藷…)的澱粉含量反而會比較少。

(2) 接著準備小米、圓糯米、蓬萊米，這三個種類的米來進行測試和比較。

(3) 固定加入 6% 比例的鹽，小米和肉的比例為 1:3，各種米飯的熟度為半熟，再放冷備用。

(4) 充分攪拌後分裝成罐，常溫保存。實驗過程和結果說明，如圖 5-3-3 所示。

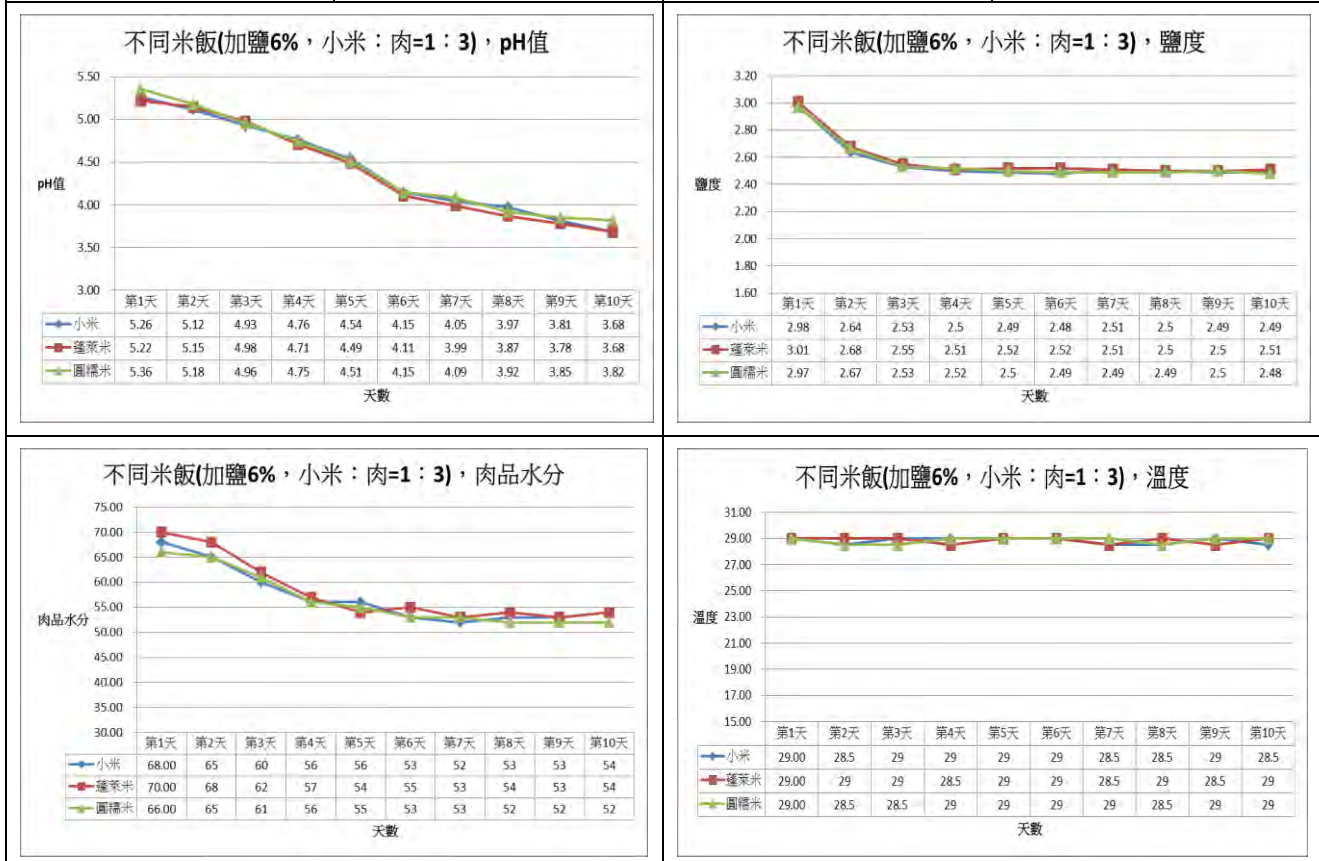
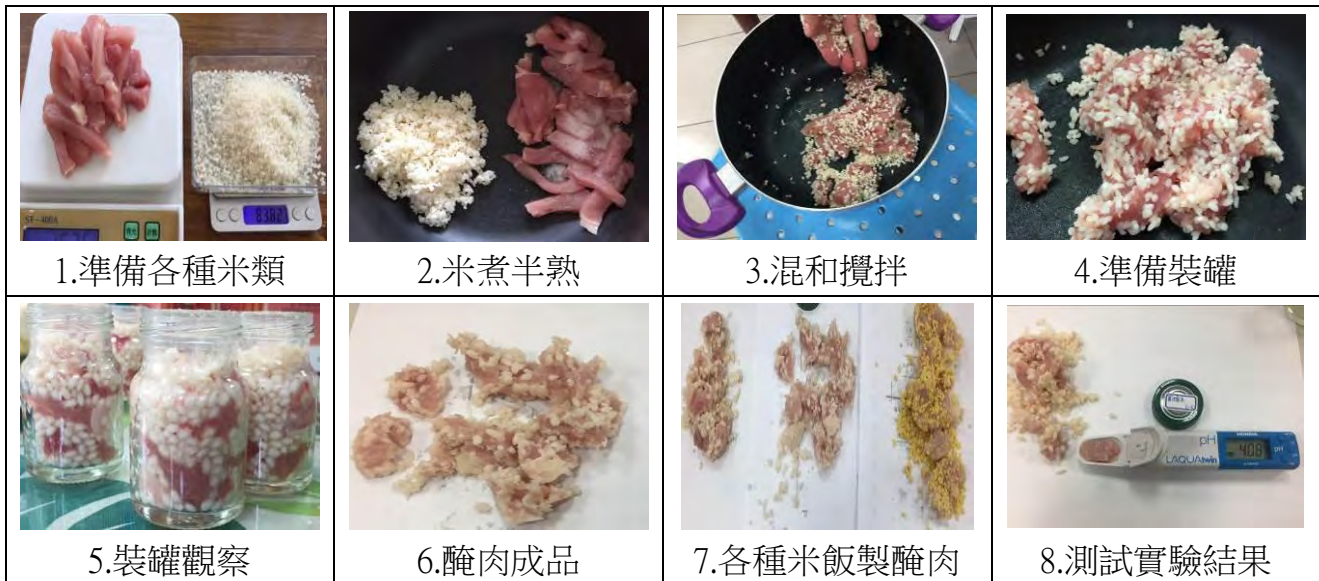


圖 5-3-3 不同米飯種類製作醃肉過程和結果說明圖

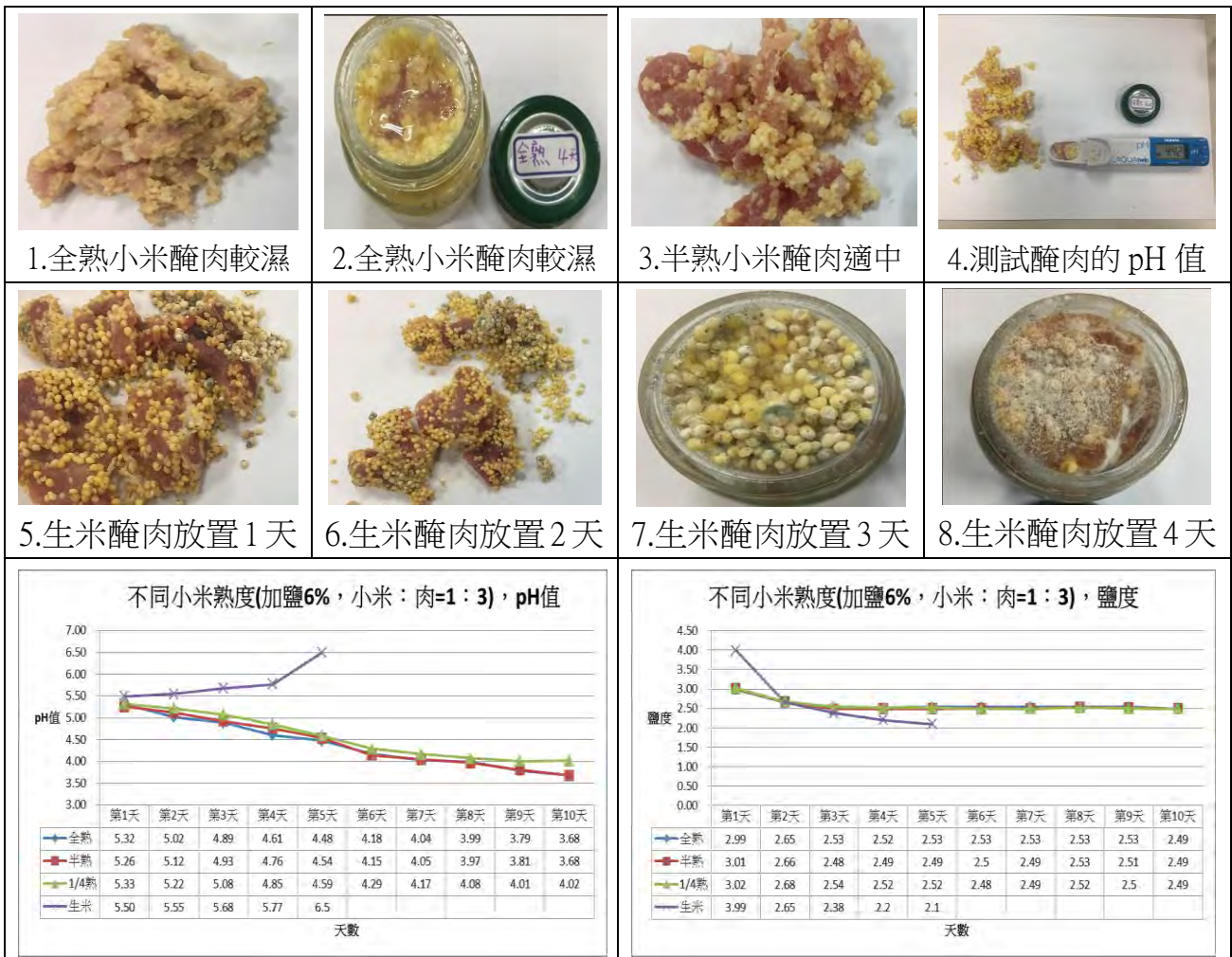
(5)從圖 5-3-3 的實驗結果，我們發現：

- (a)從外表觀察，不同米飯製作醃肉，豬肉的顏色都會慢慢從血紅色變成粉白色，看起來也比較乾，**我們判斷：豬肉應該是變熟了。**
- (b)氣味，聞起來都差不多，都有淡淡酸味和香氣，還帶有些許的米飯香味。
- (c)不同的米飯製作醃肉，pH 值都會慢慢下降，而且隨著醃製的時間越久，pH 值也幾乎會越低。大概可以降到約 3.7 左右。
- (d)不同米飯製作醃肉時，肉品水分會慢慢下降，大約下降至 50~55%。
- (e)在鹽度方面，不同米飯製作醃肉，鹽度都差不多，慢慢下降到約 2.5 左右。
- (f)**我們推測：只要是含有澱粉的米飯，都可以用來醃肉。**

※部落長老告訴我們：早期原住民的主食是小米，醃肉的主要目的是保存食物，**小米是就地取材的食物。因此，泰雅醃肉就以小米來製作。**

2.為什麼小米要煮成半熟？全熟或其他條件呢？生小米能製作醃肉嗎？

- (1)將小米和肉的比例固定為 1：3。煮小米飯時，將水煮沸一分鐘，再悶 10 分鐘，放冷備用。
- (2)以小米和水的重量比例來控制熟度。例如：小米：水 = 1：1 為全熟。
小米：水 = 1：0.5 為半熟。小米：水 = 1：0.25 為 1/4 熟。
- (3)依肉的比例加入 6%的鹽和不同熟度的小米，充分攪拌約 5 分鐘。
- (4)分裝成罐，常溫存放，實驗過程和研究結果，如圖 5-3-4 所示。



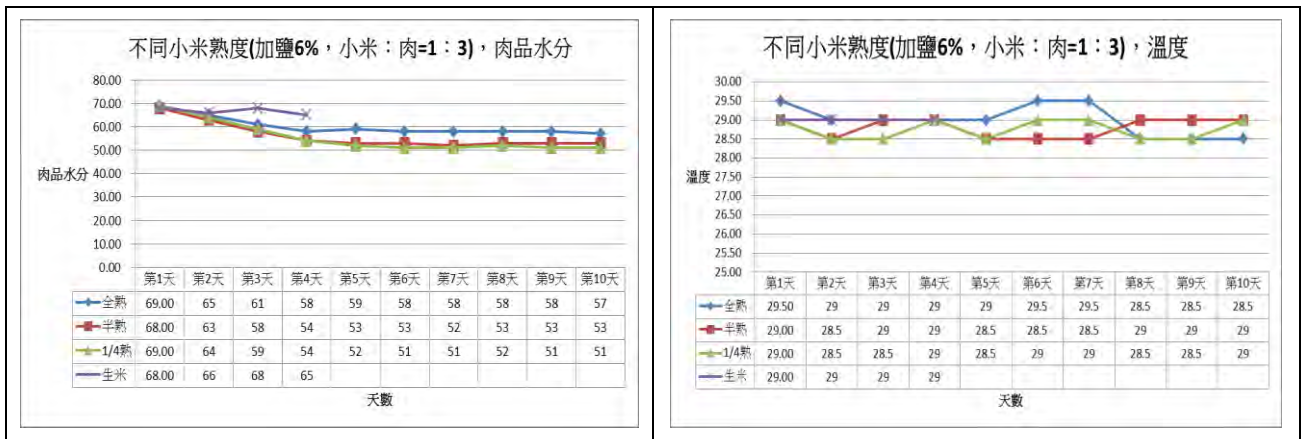


圖 5-3-4 不同小米熟度和醃肉製作變化關係結果說明圖

3.從圖 5-3-4 的研究結果，我們發現：

(1)從外表觀察，不同熟度的小米製作醃肉，豬肉的顏色都會慢慢從血紅色變成粉白色。

(2)全熟的小米製作醃肉，玻璃罐裡出了很多水分，看起來濕濕爛爛的。

(3)半熟的小米製作醃肉，看起來剛剛好。

我們推測：肉因為加入鹽，會讓肉失去水分，半熟的小米剛好可以吸水利用，就可以延長醃肉製作與保存。

(4)1/4 熟的小米，也可以製作醃肉，但米粒則比較硬，口感應該不是很棒。

(5)生米則因為沒有經過澱粉糊化水解的作用，無法和豬肉產生化學反應，第一天，就開始和豬肉一起腐臭了。

(6)小米煮過，全熟、半熟、1/4 熟，pH 值都會慢慢下降，大約下降至 3.7~4 之間。

(7)鹽度同樣都會慢慢下降，第 3 天就到達約 2.5 左右。

(8)我們認為：製作醃肉時，小米一定要煮過，否則無法製作醃肉，以煮半熟的小米為最佳。

4.為什麼醃肉作過程中，會產生酸味？是因為小米的作用嗎？

(1)米飯的主要成分是澱粉，是由數百到數千個葡萄糖小單元連結而成大分子。

(2)澱粉在常溫下不溶於水，可是當澱粉在高溫下溶脹、分裂、糊化後。澱粉會產生水解反應，會先水解成糊精、麥芽糖，最後水解產生葡萄糖。

(3)葡萄糖再經過酵母菌的作用產生酒精，再發酵後變成了醋，最後再與豬肉產生蛋白質變性作用。

(4)醃肉的酸味就是這樣產生的，澱粉變成醋的化學過程說明，如圖 5-3-5 所示。

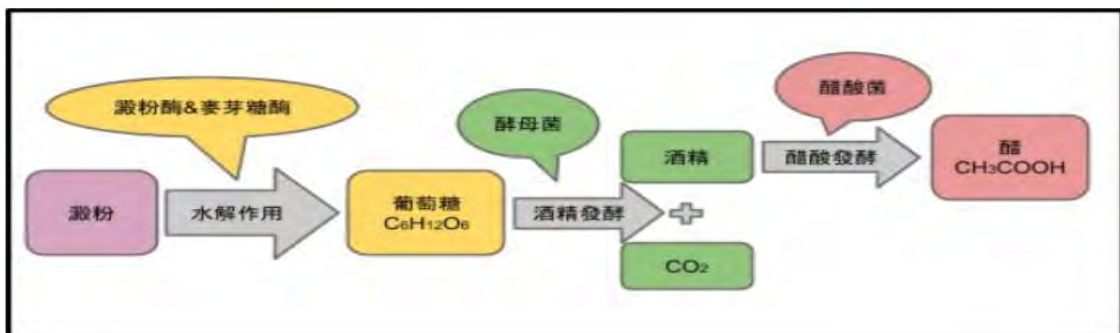


圖 5-3-5 澱粉變成醋的化學反應過程說明圖

【疑問三】製作醃肉，鹽巴可以少一點嗎？或者，鹽巴會影響醃肉的保存時間？

《研究四》探討不同「鹽巴比例」和「醃肉」(小米和豬肉 1：3)的變化關係

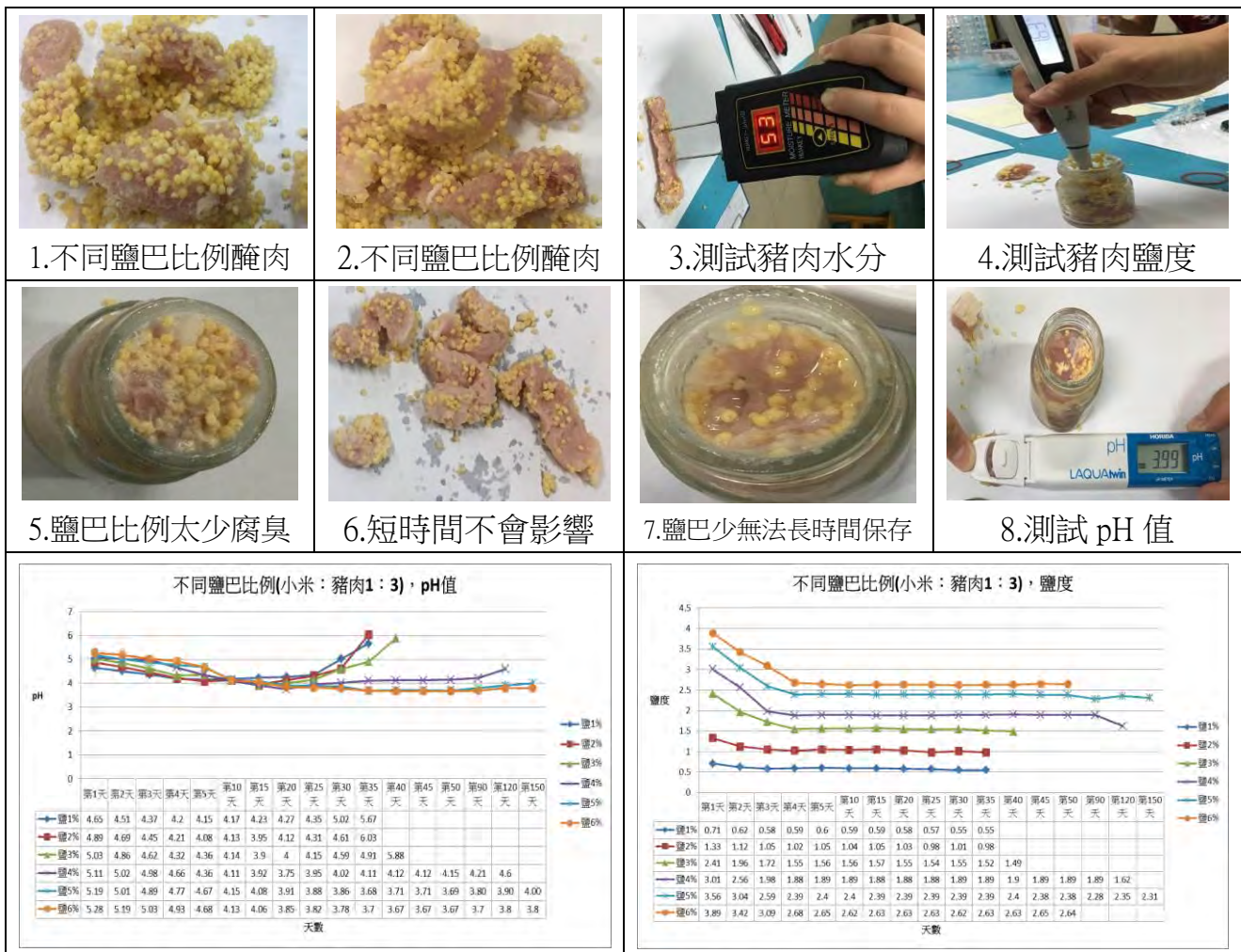
為什麼原住民醃肉要放很多鹽？越多的鹽對健康不是不好嗎？是因為保存時間的關係嗎？不同鹽的比例對醃肉會有什麼影響或變化？

(一)研究過程

- 1.準備豬肉條，大小重量盡可能相同；再準備小米煮成半熟放涼備用。
- 2.以不同鹽巴比例(1%、2%、3%、4%、5%、6%)，來製作醃肉。
- 3.小米和豬肉的比例固定為 1：3。
- 4.將豬肉、鹽巴先攪拌，再加入小米攪拌，然後裝成小罐，常溫存放。
- 5.前 5 天每天觀察記錄，第 5 天開始每 5 天觀察記錄豬肉的變化，共紀錄 50 天，再後續每 30 天記錄一次，直到 150 天。
- 6.相關實驗方法和過程，同前述實驗。

(二)研究結果

1.我們將觀察和測量到的結果記錄下來，並轉換成圖表，如圖 5-4-1 所示。



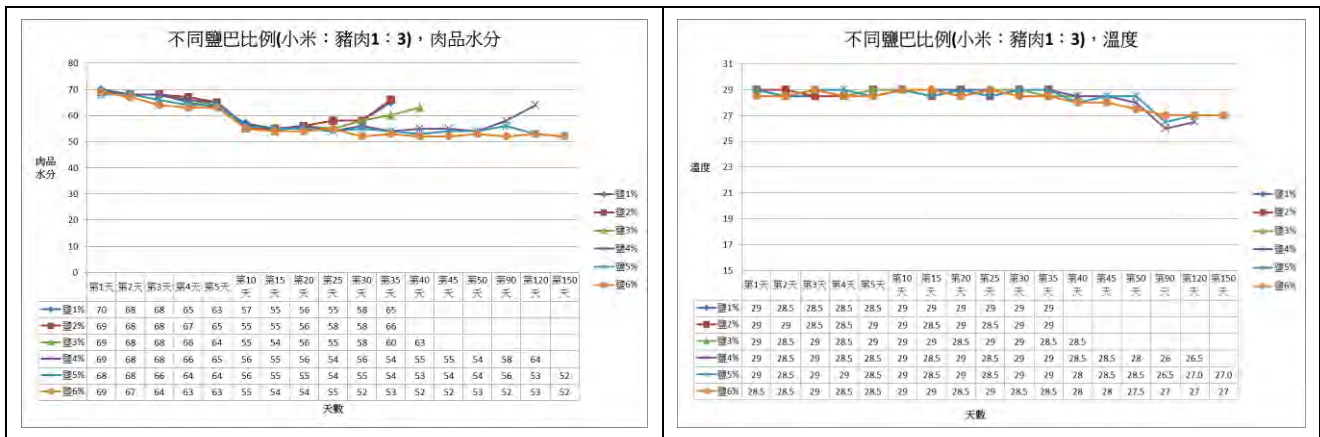


圖 5-4-1 不同鹽巴比例製作醃肉變化關係結果說明圖

2.從圖 5-4-1 的研究結果，我們發現：

- (1)鹽巴的比例 1 %，pH 下降速度最快，但是存放大約 25 天，即發現腐臭的現象，pH 值也再回升；相對鹽度也比較低。
- (2)鹽巴的比例 2 %，pH 下降速度也很快，但是也只能存放大約 25 天，即發現腐臭的現象，pH 值也再回升；相對鹽度次低。
- (3)鹽巴的比例 3 %，pH 下降速度稍快，但是大約 30 天左右，pH 值就開始上升，而且也發現腐臭的現象；相對鹽度不高。
- (4)鹽巴的比例 4 %，pH 值下降速度稍慢，但是相對可以存放比較久的時間，大約 120 天左右，pH 就開始上升，而且也發現一點腐臭的現象；相對鹽度不高。
- (5)鹽巴的比例 5、6 %，pH 值下降速度最慢，相對可以保存比較久的時間，大約 150 天左右，pH 維持最低點約 3.9，也保有醃肉的香氣和酸味；相對鹽度最高。
- (6)在肉品的水分方面，我們也發現，醃肉製作大約 5-6 天，水分会下降至約 50~55 左右；但當醃肉開始腐臭時，肉品水分也會開始上升。
- (7)我們推測：加鹽的比例越高，醃肉可以保存的時間越久。

(三)討論

1.為什麼鹽巴比例多寡，會影響 pH 值的變化？而且會影響保存時間？

- (1)泰雅族的老祖先醃肉的目的在於加長肉品的保存期限；影響豬肉保存期限的最主要原因是細菌；影響細菌成長的原因很多，例如：溫度、水分、光線等。
- (2)如果能殺菌或阻止細菌成長，便可延肉品的保存期限。細菌的發育需要水分，雖然食鹽本身防腐的效果不強，也沒有殺死細菌的能力，但是高濃度的食鹽溶液，則具有阻止細菌繼續發育的功效。
- (3)鹽巴比例少，抑制微生物的力量就比較小，微生物的作用會幫助醃肉發酵，讓 pH 值下降；但也因為無法有效抑制細菌，因此保存時間不久。
- (4)當 pH 值下降到 4.6 以下時，大多數的細菌都已經無法生存了；但是後續的保存時間，則需要高比例的鹽，來抑制菌類生長。
- (5)我們推論：原住民祖先製作醃肉時，會加入大量的鹽巴，最主要的目的，就是要延長保存醃肉期限。
- (6)我們繼續訪查部落耆老，為什麼鹽巴加太多，會對身體不好，但還是要加那麼多的鹽？※因為早期資源匱乏，所以他們很珍惜捕獲的獵物，而且也沒有

什麼科學知識。因為怕肉會腐壞，所以寧願多加一點的鹽，也不願意肉品腐壞，如果太鹹，水煮一下即可。

2. 鹽巴如果太多？除了太鹹，還會影響發酵嗎？

- (1) 我們較高的鹽巴比例(10%、15%)，來製作醃肉；小米和豬肉的比例為 1：3。
- (2) 相關實驗方法和過程，同前述實驗。
- (3) 我們將觀察和測量到的結果記錄下來，並轉換成圖表比較，如圖 5-4-2 所示。

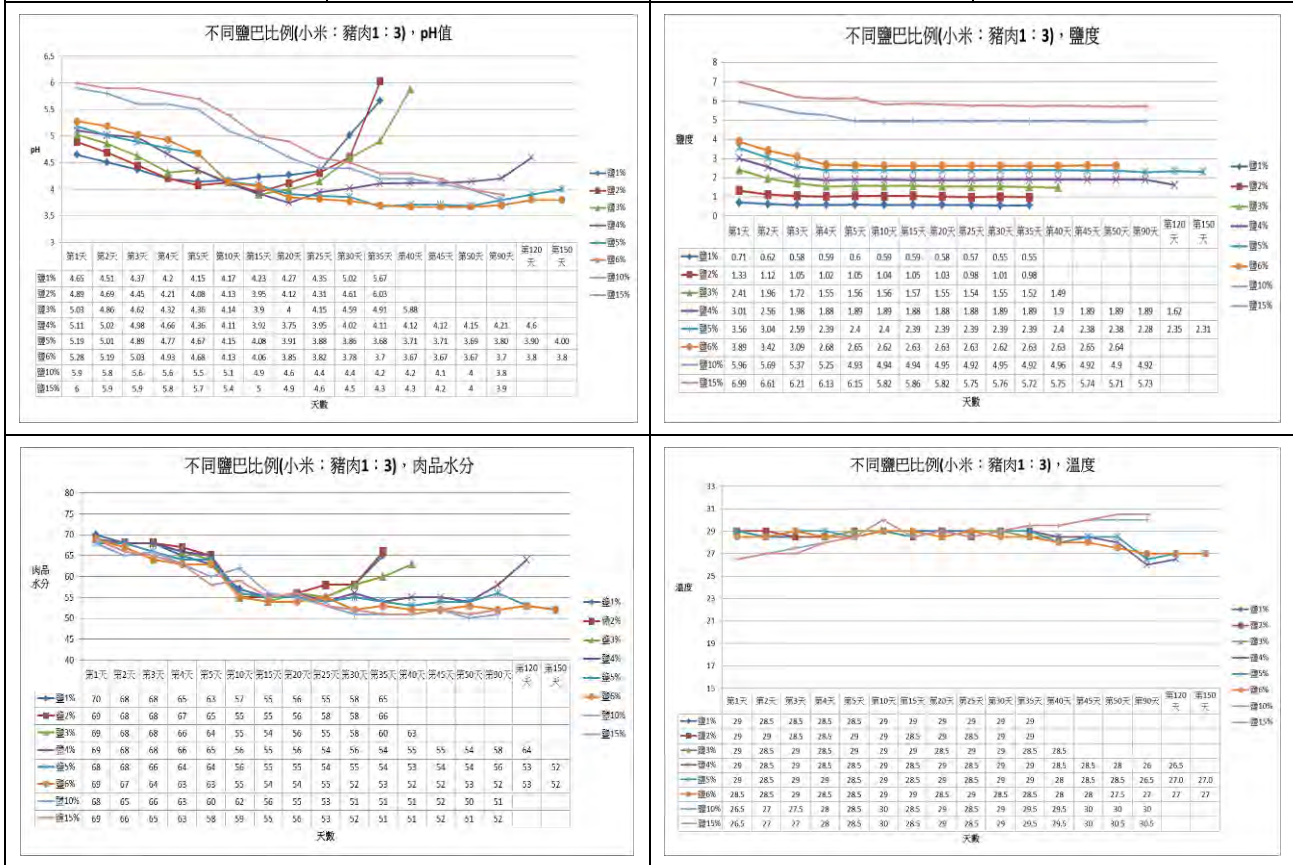
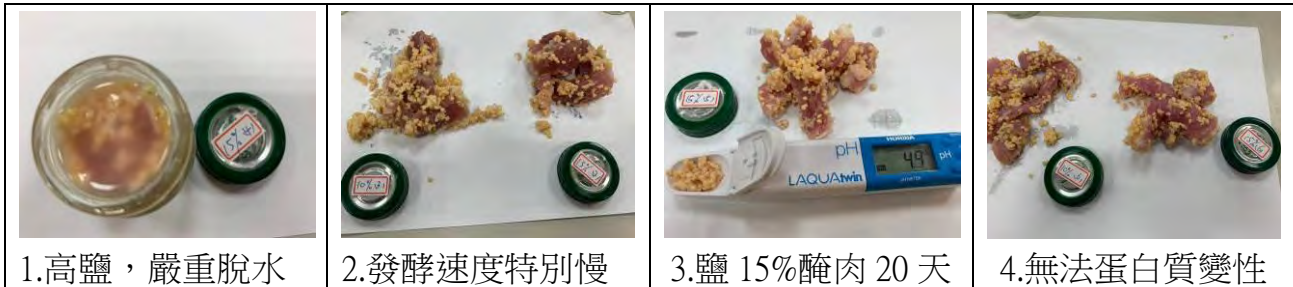


圖 5-4-2 高鹽巴比例製作醃肉變化關係結果說明圖

(4) 從圖 5-4-1 的研究結果，我們發現：

- a. 鹽巴比例越高，發酵速度就會越慢，大約要 30 天，pH 才會降至 4.6 以下。
- b. 醃肉的鹽度，會隨著加入鹽巴的比例而變化，加入的鹽巴多，鹽度就越高。
- c. 鹽度高，醃肉的水分明顯脫水，但實際測試，大約在 50-55% 左右。

※ 因為研究時間的關係，高鹽巴比例(10、15%)的醃肉測試，僅完成到第 90 天！

※ 從《研究四》《研究五》的結果中，我們認為：
製作醃肉的最佳比例：加入約 6% 的鹽；小米和豬肉的比例，則大約是 1：3。

【疑問四】溫度，會影響醃肉製作的時間嗎？

《研究五》探討不同「環境溫度」和「豬肉」的變化關係

(一)研究過程

- 1.依比例準備里肌豬肉條、小米(小米：豬肉 =1：3)、鹽巴(6%)。
- 2.利用溫控箱，分成六次實驗測試，設定溫度為(10⁰、15⁰、20⁰、25⁰、30⁰、35⁰C)。
- 3.實驗過程和方法同前述實驗，溫控箱設定如圖 5-5-1 所示。



圖 5-5-1 不同溫度和醃肉製作溫控箱設定說明圖

(二)研究結果

- 1.我們將觀察和測量到的結果記錄下來，並轉換成圖表，如圖 5-5-2 所示。

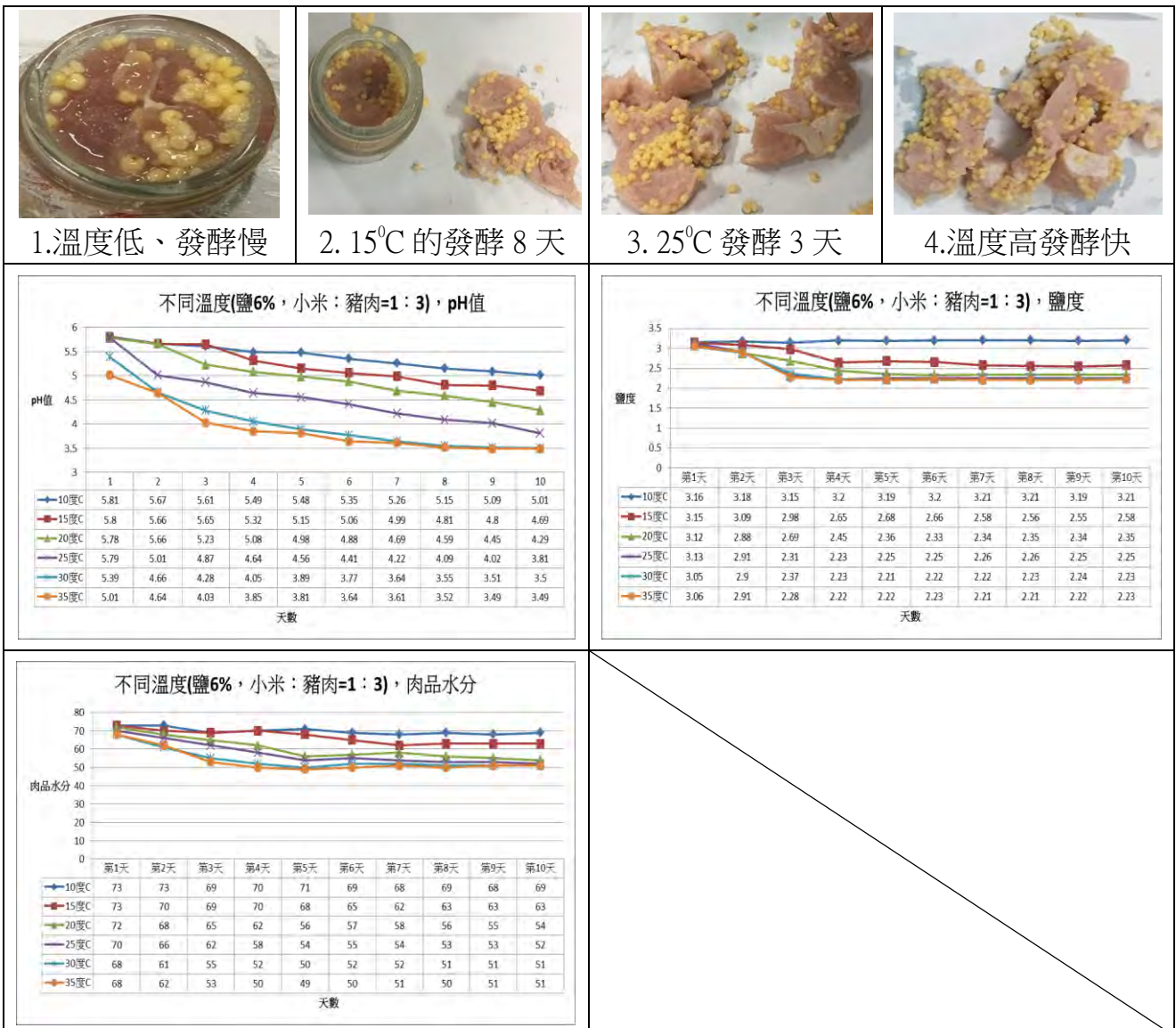


圖 5-5-2 不同溫度和醃肉製作變化關係結果說明圖

2.從圖 5-5-2 的實驗結果，我們發現：

- (1)當溫度 10⁰C 時，醃肉的 pH 值下降速度非常慢，到第 10 天才下降約 5 左右；鹽度沒有明顯變化，大約 3.1~3.2 之間；肉品水分也沒有明顯改變。
- (2)當溫度 15⁰C 時，醃肉的 pH 值下降速度稍慢，到第 10 天才下降約 4.7 左右；鹽度下降至大約 2.6；肉品水分下降至約 63%。
- (3)當溫度 20⁰C 時，醃肉開始比較有明顯變化了，pH 值下降到第 10 天，約 4.3 左右；鹽度下降至大約 2.2~2.3 之間；肉品水分下降至約 50%~55%。
- (4)當溫度 25⁰C、30⁰C 時，醃肉有更明顯變化了，大約 3~4 天，pH 值即可下降到約 4.6 以下；鹽度下降至大約 2.2~2.3 之間；肉品水分下降至約 50%~55%。
- (5)當溫度 35⁰C 時，醃肉變化最快了，大約第 3 天，pH 值即可下降到約 4.03；鹽度下降至大約 2.2~2.3 之間；肉品水分下降至約 50%~55%。
- (6)我們推測：溫度會影響小米和醃肉的發酵速度，溫度越高，醃肉發酵越快，pH 值下降越快。

(三)討論

1.為什麼製作醃肉時，夏天時要存放 7-10 天才可食用？冬天則要 10~15 天。

- (1)從這個實驗已經不難理解，因為溫度會影響豬肉發酵的速度。
- (2)溫度越高，澱粉發酵變成醋的時間就越快，可以讓豬肉蛋白質變性，因此夏天溫度高，醃肉製成的時間就越快，所以大約 7 天就可以吃了。

【疑問五】 為什麼只用豬肉？不同的肉品可以製作醃肉嗎？

《研究六》 探討不同「肉品」和「醃肉製作」的變化關係

(一)研究過程

- 1.準備牛里肌肉和雞里肌肉，切成大小和重量盡量相同的條狀。
- 2.準備小米煮半熟放涼備用；小米和肉的比例為 1：3；加鹽 6%，常溫存放。
- 3.其他分裝、測試方法，同前述實驗方法，如圖 5-6-1 所示。



圖 5-6-1 不同肉品製作醃肉過程說明圖

(二)研究結果

1.我們將觀察和測量到的結果記錄下來，並轉換成圖表，如圖 5-6-2 所示。

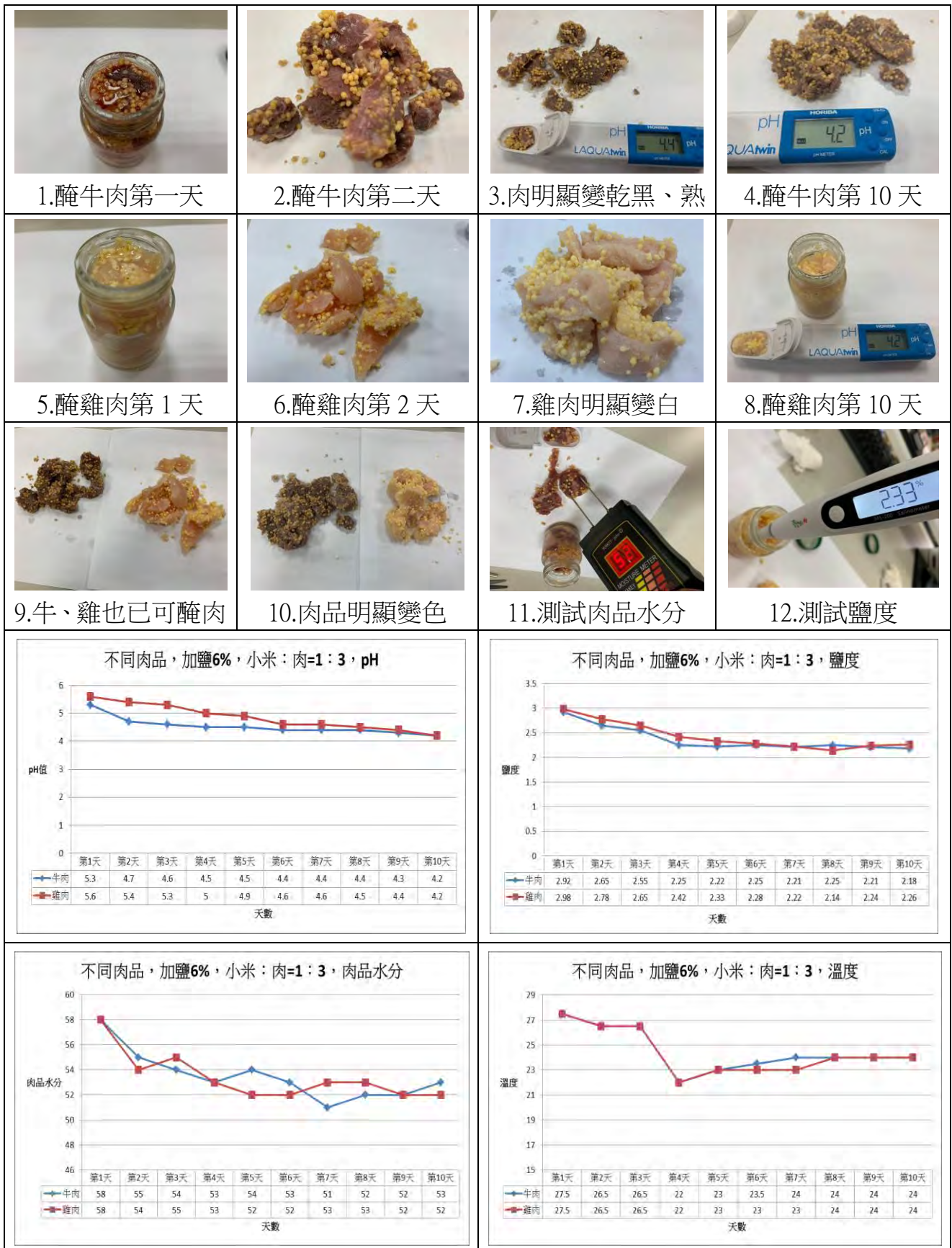


圖 5-6-2 不同肉品製作醃肉變化關係結果說明圖

2.從圖 5-6-2 的實驗結果，我們發現：

- (1)醃牛肉，從外表觀察，肉的顏色比較暗紅，容易出血水，醃 3、4 天後的牛肉，明顯變乾黑，應該是比較熟了；在氣味上，則有一種特別的酸香氣味，和豬肉不太一樣。
- (2)醃雞肉，從外表觀察，肉的顏色比較粉嫩，比較濕潤，醃 6、7 天後的雞肉，明顯變白也比較乾，應該是比較熟了；在氣味上，則有一種特別的酸香氣味道和特殊的奶香味。
- (3)牛肉 pH 值下降的速度會比雞肉快，但是到約 7、8 天以後，就差不多了。
- (4)肉品水分方面，和豬肉差不多，大約都下降到 50%~55%。
- (5)肉品的鹽度也和豬肉類似，慢慢下降到大約在 2.2~2.3 之間。
- (6)我們推測：各種肉類都可以來製作醃肉。

(三)討論

1.為什麼早期原住民醃肉，都只用豬肉？而不用其他的肉類？

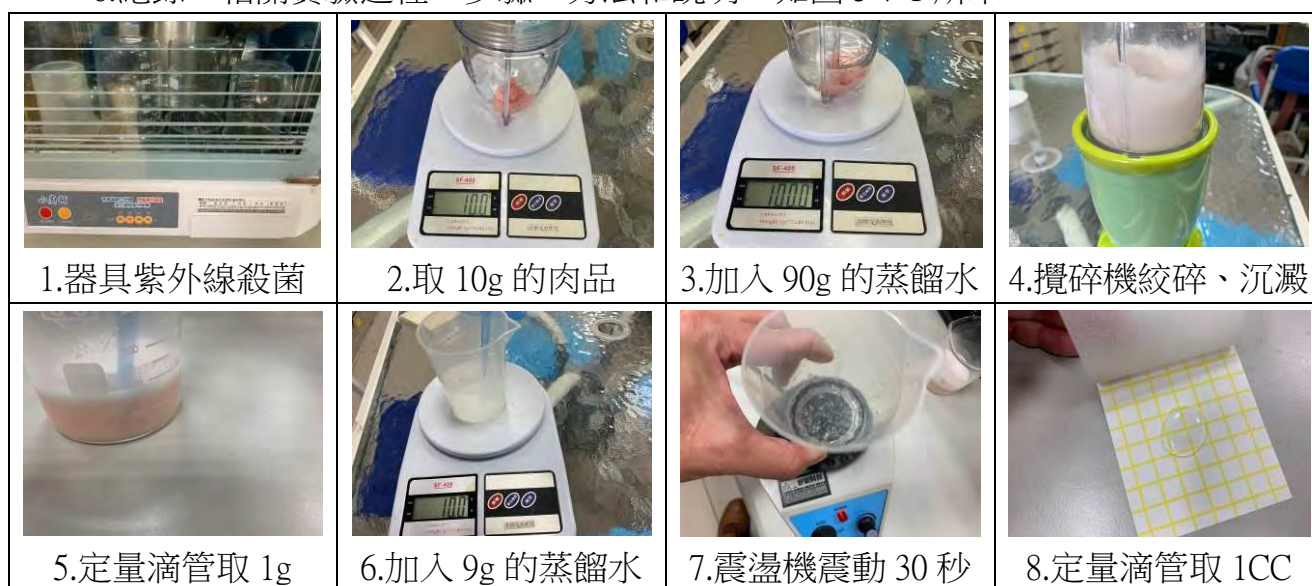
- (1)部落長老告訴我們，醃肉的製作目的是為了要保存食物。山豬是主要的獵物，體型大，不會一下子就可以吃完，為了保存食物，才會醃肉。
- (2)有時候，原住民也有醃魚，也是一項特色美食。

【疑問六】pH 值 4.6 以下，真的就沒有菌了嗎？

《研究七》探討醃肉的「pH 值」和「菌數」的變化關係

(一)研究過程

- 1.殺菌：準備各種生菌數測試器具，使用之前都先放入紫外線殺菌烘碗機殺菌。
- 2.稀釋：以蒸餾水稀釋 10、100、1000 倍，再測試生菌數。
- 3.取樣：用定量滴管(一次性使用，不重複)，取 1 C.C 滴在生菌數測試快篩片上。
- 4.培養：將菌數測試片放入 35°C 溫控箱中，經過 48 小時培養，觀察菌數的變化。
- 5.判讀：測試醃肉的 pH 值，再和生菌數比對，記錄 pH 值和生菌數的變化關係。
- 6.紀錄：相關實驗過程、步驟、方法和說明，如圖 5-7-1 所示。














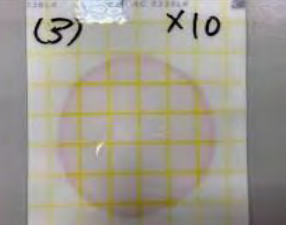
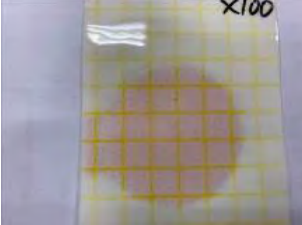
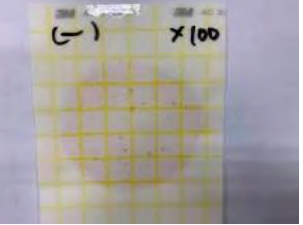





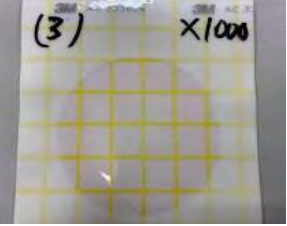
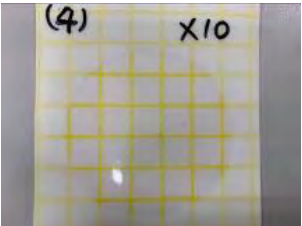
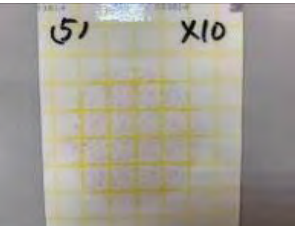
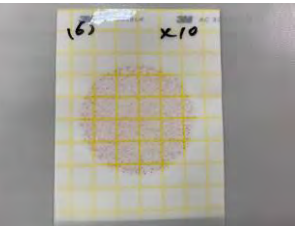
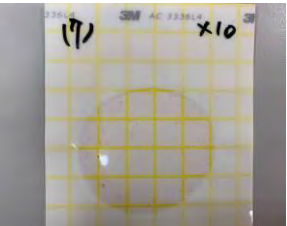
			
9.定型器具套壓	10.稀釋不同倍數	11.測試 pH 值	12.放入溫控箱培養
			
13. 請營養師指導，依照總生菌數快速檢驗測試片判讀手冊，來比對我們實驗的結果			

圖 5-7-1 醃肉 pH 值和生菌數變化關係實驗過程說明圖

(二)研究結果

1.我們將圖 5-7-1 的實驗結果記錄下來，以圖片說明，如圖 5-7-2 所示。

			
生肉，pH5.8，TNTC	第一天，pH5.4，TNTC	第 2 天，pH5.2，TNTC	第 3 天，pH5.0，TNTC
			
生肉，pH5.8，TNTC	第一天，pH5.4，TNTC	第 2 天，pH5.2，TNTC	第 3 天，pH5.0，TNTC
			
生肉，pH5.8，TNTC	第一天，pH5.4，TNTC	第 2 天，pH5.2，TNTC	第 3 天，pH5.0，TNTC
			
第 4 天，pH4.9，TNTC	pH4.7，菌數 TNTC	pH4.6，菌數 560*10	pH4.3，菌數 66*10

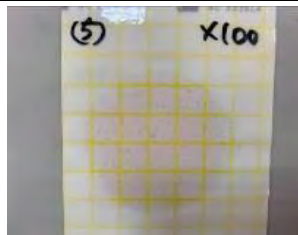

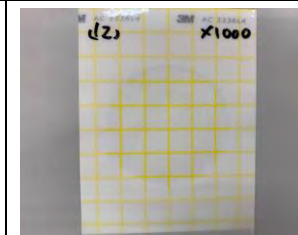
			
第 4 天, pH4.9, TNTC	pH4.7, 菌數 560*100	pH4.6, 菌數 40*100	pH4.3, 菌數 8*100
			
第 4 天, pH4.9, TNTC	pH4.7, 菌數 50*1000	pH4.6, 菌數 5*1000	pH4.3, 菌數 1*1000
			
pH4.2, 菌數 18*10	pH4.1, 未檢出	pH3.9, 未檢出	pH3.8, 未檢出
			
pH4.2, 菌數 4*100	pH4.1, 未檢出	pH3.9, 菌數 1*100	pH3.8, 未檢出
			
pH4.2, 未檢出	pH4.1, 未檢出	pH3.9, 未檢出	pH3.8, 未檢出

圖 5-7-2 醃肉 pH 值和生菌數變化判讀結果說明圖

2.從圖 5-7-2 的比對，我們發現：

- (1)生豬肉檢測，pH 值為 5.8，總生菌數多到不可數(TNTC)。
- (2)醃肉第 1 天、第 2 天，pH 值為 5.4、5.2，總生菌數都是多到不可數(TNTC)。
- (3)醃肉第 3、4 天，pH 值降到為 5.0、4.9，總生菌數一樣是多到不可數(TNTC)。
- (4)醃肉第 5 天，pH 值降到 4.7，稀釋 10 倍的總生菌數多到不可數(TNTC)；稀釋 100 倍的總生菌數約 56,000 個；稀釋 1000 倍的總生菌數約 50,000 個。
- (5)醃肉第 6 天，pH 值已降到 4.6，稀釋 10 倍的總生菌數約 5,600 個；稀釋 100 倍的總生菌數約 4,000 個；稀釋 1000 倍的總生菌數約 5,000 個。

- (6)醃肉第 7 天，pH 值降到 4.3，稀釋 10 倍的總生菌數約 660 個，稀釋 100 倍的總生菌數約 800 個，稀釋 1000 倍的總生菌數約 1000 個。
- (7)醃肉第 8 天，pH 值降到 4.2，稀釋 10 倍的總生菌數約 180 個，稀釋 100 倍的總生菌數約 400 個，稀釋 1000 倍，則未檢測出總生菌數。
- (8)醃肉第 9 天，pH 值降到 4.1，稀釋 10、100、1000 倍，總生菌數都未檢測出。
- (9)醃肉第 10 天，pH 值降到 3.9，稀釋 10、1000 倍，都未檢測出總生菌數；稀釋 100 倍的總生菌數約有 100 個。
- (10)醃肉第 12 天，pH 值降到 3.8，稀釋 10、100、1000 倍，總生菌數都未檢測出。

(三)討論

1.為什麼稀釋要使用蒸餾水？我們使用的器材可能會有細菌嗎？

- (1)因為蒸餾水是純水的一種，是經過處理後純潔乾淨，不含有雜質或細菌的水。
- (2)我們使用來檢測的器材，每次使用前都先經過學校健康中心的烘碗機殺菌。
- (3)我們直接測試蒸餾水、市面販售的礦泉水和學校飲水機的純水來測試菌數。
- (4)直接使用定量滴管，各取 1 C.C 的水，檢測總生菌數，如圖 5-7-3 所示。

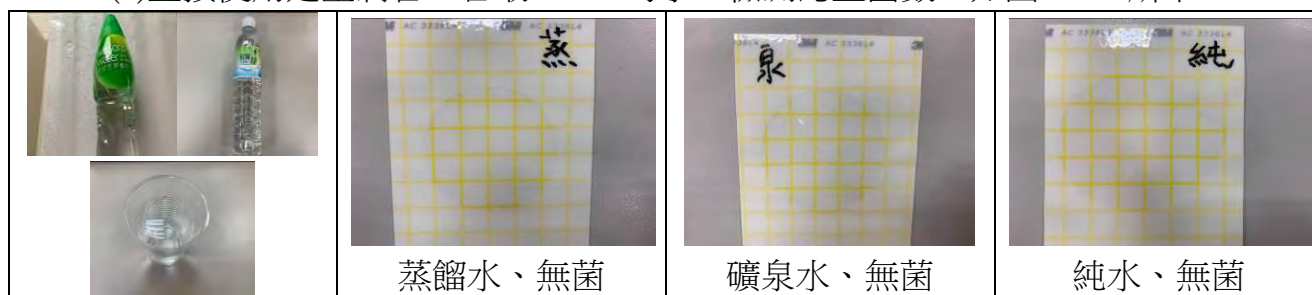


圖 5-7-3 蒸餾水、礦泉水和純水菌數測試結果說明圖

- (5)如圖 5-7-3 所示，**我們發現：我們使用的器材和稀釋的蒸餾水，總生菌數測試結果是未檢測出的。**

2.總生菌數測試快篩片，測試結果未檢測出，就代表沒有菌了嗎？

- (1)不一定，因為這是較簡易且快速的測試方法，僅能說未檢測出生菌數。
- (2)台灣微生物檢測常檢測總生菌數及大腸桿菌、大腸桿菌群，總生菌數是食品現有品質的評估。
- (3)依據台灣優良農產品肉品項目驗證基準，如表 5-7-4 所列。

生鮮肉品(生菌數標準)			加工肉品(生菌數標準)		
冷藏肉	冷凍肉	絞肉類	未全熟冷藏(凍)品	全熟冷藏品	全熟冷凍品
3×10^7 以下	3×10^6 以下	5×10^6 以下	3×10^6 以下	1×10^6 以下	1×10^5 以下

表 5-7-4 台灣 CAS 優良肉品微生物驗證標準表

- (4)由表 5-7-4 所示，我們發現：當醃肉 pH 值降至 4.6，總生菌數已大幅下降約 5000 個，也符合 CAS 的驗證標準。
- (5)當醃肉 pH 降至約 4.6 以下，為什麼還有菌呢？**我們推測：應該是耐酸的酵母菌和黴菌，因為酵母菌及黴菌適宜偏酸性(pH 值 4~6)條件下發育。**

陸、結論

一、「醃肉」是泰雅族原住民一種很特別的保存食物方法。

- (一)製作「泰雅醃肉」只需要小米、鹽巴和豬肉。
- (二)醃肉的製作，其中應用了食物保存原理、發酵原理、蛋白質變性、和食品加工的原理。
- (三)醃肉的製作，要將罐子緊密紮實填滿，否則豬肉會腐壞。

二、鹽巴具有防腐的功能，加鹽的比例越高，對豬肉的防腐效果越好。

- (一)加鹽的比例越多，雖然發酵速度慢，但是醃肉可以保存的時間越久。
- (二)原住民加鹽比例比較偏高，是因為怕醃肉腐壞。

三、小米含有澱粉，配合豬肉的微生物，可以快速發酵降低 pH 值，但卻無法防腐。

- (一)小米的澱粉，因為高溫煮沸，可以水解糊化產生酒精再變成醋酸。
- (二)一開始，因為沒有鹽巴的抑菌，小米會迅速變成醋酸，讓 pH 值快速下降。
- (三)因為沒有鹽巴抑制微生物，酸化的肉繼續被微生物分解，成二氧化碳和水而腐壞。

四、製作醃肉的最佳比例，為加入 6%的鹽，小米和豬肉的比例為 1：3。

- (一)製作醃肉時，豬肉、小米和鹽巴缺一不可。
- (二)加入 6%的鹽巴，雖然主要是延長保存時間；小米因為含有澱粉，煮半熟可以糊化產變成醋酸，降低 pH 值。
- (三)加鹽的比例以 6%(或以上)，可以延長保存時間，則常溫可以存放超過 150 天。太多的鹽巴，則會讓發酵速度變慢，大約要 30 天才會讓 pH 下降到 4.6。
- (四)加鹽的比例如果低於 4%，則醃肉製作，比較無法有效保存且容易腐壞。
- (五)製作醃肉，小米的比例不能太少，小米：豬肉低於 1：5，pH 值無法有效下降。

五、溫度是影響製作醃肉的重要因素之一。

- (一)溫度越高，可以讓澱粉快速發酵，使豬肉蛋白質變性，完成醃肉的製作；常溫(25~30°C)保存是比較好的方式。
- (二)溫度較低(15°C 以下)，會影響澱粉發酵的速度，醃肉的製作時間需要比較長。
- (三)一般而言，夏天季節，醃肉大約 7~10 天即可食用；冬天則需要 10~15 天。

六、醃肉的製作，不限定是豬肉，牛肉、雞肉、魚也可以用來製作。

- (一)牛肉、雞肉，經過實驗，也可以是醃肉製作的材料。
- (二)原住民醃肉的製作，目的是為了有效保存食物。
- (三)泰雅原住民也有「醃魚」的保存食物方法。
- (四)未來可以延續醃肉技術，發展各種肉品的醃製，成為野外生活的營養補充。

七、當醃肉的 pH 值下降到 4.6 以下時，總生菌數的數量也會慢慢下降到未檢出。

- (一)醃肉的 pH 值，為醃肉能否食用的重要關鍵。
- (二)當醃肉的 pH 值下降至 4.6 以下時，生菌數已符合 CAS 的驗證標準。
- (三) **pH 值 4.6，就是醃肉能否食用的秘密！**

柒、延伸思考與生活應用

一、食物保存、野外求生

- (一)這是很特別的食物保存方法，可提供野外露營、活動期間的肉品保存，以補充鹽分和營養。
- (二)分裝小罐，攜帶方便，適合野外求生的食物保存。

二、特色課程、鄉土教材

- (一)可以發展成為部落特色的課程，可以動手DIY，甚至是科學教育的教材。
- (二)利用科學方法教學與研究，延續部落文化價值。

三、部落發展、適合推廣

- (一)醃肉的風味很特別，吃法可以變化且多樣，水煮、火烤、炒菜或是直接吃，都有不同的風味。
- (二)具有文化特色，可以發展部落經濟。

四、災難戰爭、罐頭商品

- (一)地震、風災等災難難以預防，醃肉製做可以是長期沒有電的食物保存方法。
- (二)戰爭時期的物資保存，營養和鹽分補充是非常必要的，醃肉是一個方式。
- (三)加上不同香料、再研發製作成不同口味、不同肉品的醃肉，也許是罐頭商品化的一項經濟商機。

捌、參考資料

- 一、台灣化學教育-泰雅族的醃苦花魚 <http://chemed.chemistry.org.tw/?p=4089>
- 二、發酵肉品之製造技術 <http://www.miobuffer.com.tw/clwm/199502/16.htm>
- 三、肉品總生菌數與電導度相關性探討 http://people.dyu.edu.tw/paper/322031_c.pdf
- 四、泰雅醃肉的科學 <http://yabit.et.nthu.edu.tw/2017yabit/award/8/2016009.pdf>
- 五、維基百科-得麼面 <https://zh.wikipedia.org/wiki>
- 六、試管震盪混合器 http://www.deagle.com.tw/product_detail.asp?pro_ser=4904913
- 七、定量吸管 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A7%BB%E6%B6%B2%E5%99%A8>
- 八、科學人雜誌 <http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=columns&id=865>
- 九、鹽巴為什麼能夠防腐 <https://www.foodnext.net/science/machining/paper>
- 十、科學研習 2013 . 11 . 家庭化學實驗 <file:///C:/Users/Police/Downloads>
- 十一、烘焙的科學-澱粉糊化 <https://www.masters.tw/167121/>
- 十二、維基百科-pH 值 <https://zh.wikipedia.org/wiki/PH%E5%80%BC>
- 十三、維基百科-鹽度 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%B9%BD%E5%BA%A6>
- 十四、食力 <https://www.foodnext.net/science/machining/paper/4852952746>
- 十五、電子書-圖解實用食品微生物學(酸鹼值與微生物)
- 十六、醋勁大發 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2014/03/2014032813050257.pdf>
- 十七、**3M Petrifilm** 總生菌數快檢片操作及判讀方法

【評語】 080210

本工作探討醃肉的製作和「科學原理」，結合台灣原住民風土文化、研究探討完整、用科學方法分析古人的生活智慧，題目有趣且具實用價值。參考資料全來自網頁，宜多元化並在文中引用處標示。網頁部分宜加上網日期。實驗結果應先呈現，再提發現、解釋、討論及結論。變因雖少但有系統。只是物性量測部分應說明清楚，第二部分原理解說部分與網路文章的相似度高。又與參考文獻四（<http://yabit.et.nthu.edu.tw/2017yabit/award/8/2016009.pdf>）泰雅醃肉的科學的作品相似度非常高：咁瑪麵-泰雅醃肉的科學，榮獲宜蘭縣 106 年度中小學科展國小組化學科第二名及最佳(鄉土)教材獎及 106 年度原住民華碩科教獎獲金熊獎(第一名)。在討論時得知，該團對在實驗研究時曾與有相關經驗的原住民訪談，建議也可以將訪談記錄放到報告書中。

摘要

泰雅族人用豬肉、鹽、小米醃製成既酸又鹹的醃肉製品。巧妙應用了食物保存原理、發酵原理、蛋白質變性的化學反應，也創造了泰雅族特有的飲食文化。

經過實驗研究，我們發現：

1. 早期泰雅原住民為了要保存食物，而發展出「醃肉」的製作方法。
2. 製作醃肉，小米和鹽巴缺一不可，加6%的鹽；和小米的比例為3：1為最佳比例。
3. 只要含有澱粉的米飯，先以沸水煮過，都可以製作醃肉。
4. 鹽的比例會影響發酵的速度，比例高，發酵慢，但卻可以讓醃肉的存放時間越久。
5. 製作醃肉的環境溫度越高，發酵的速度就會越快。
6. 醃肉pH值必須降至4.6以下，才可以讓大部分的細菌無法生長。這項研究，不僅可以延續部落的價值，還可以應用於災難求生，甚至創造商品化的經濟，更是值得研究的課程。

壹、研究動機

- 第一個疑問：「醃肉」是什麼肉？是生吃的嗎？熟了嗎？是什麼滋味？
- 第二個疑問：為什麼會有醃肉？如何製作醃肉？就只有加入小米和鹽巴嗎？
- 第三個疑問：醃肉要放在冰箱嗎？常溫存放不會腐壞嗎？
- 第四個疑問：製作醃肉是不是有什麼科學原理？要加多少的鹽？需要加入多少的小米？為什麼小米要煮成半熟？
- 第五個疑問：為什麼吃起來會酸酸的？醃肉會有多酸？
- 第六個疑問：為什麼一定要用小米？其他米飯也可以製作醃肉嗎？

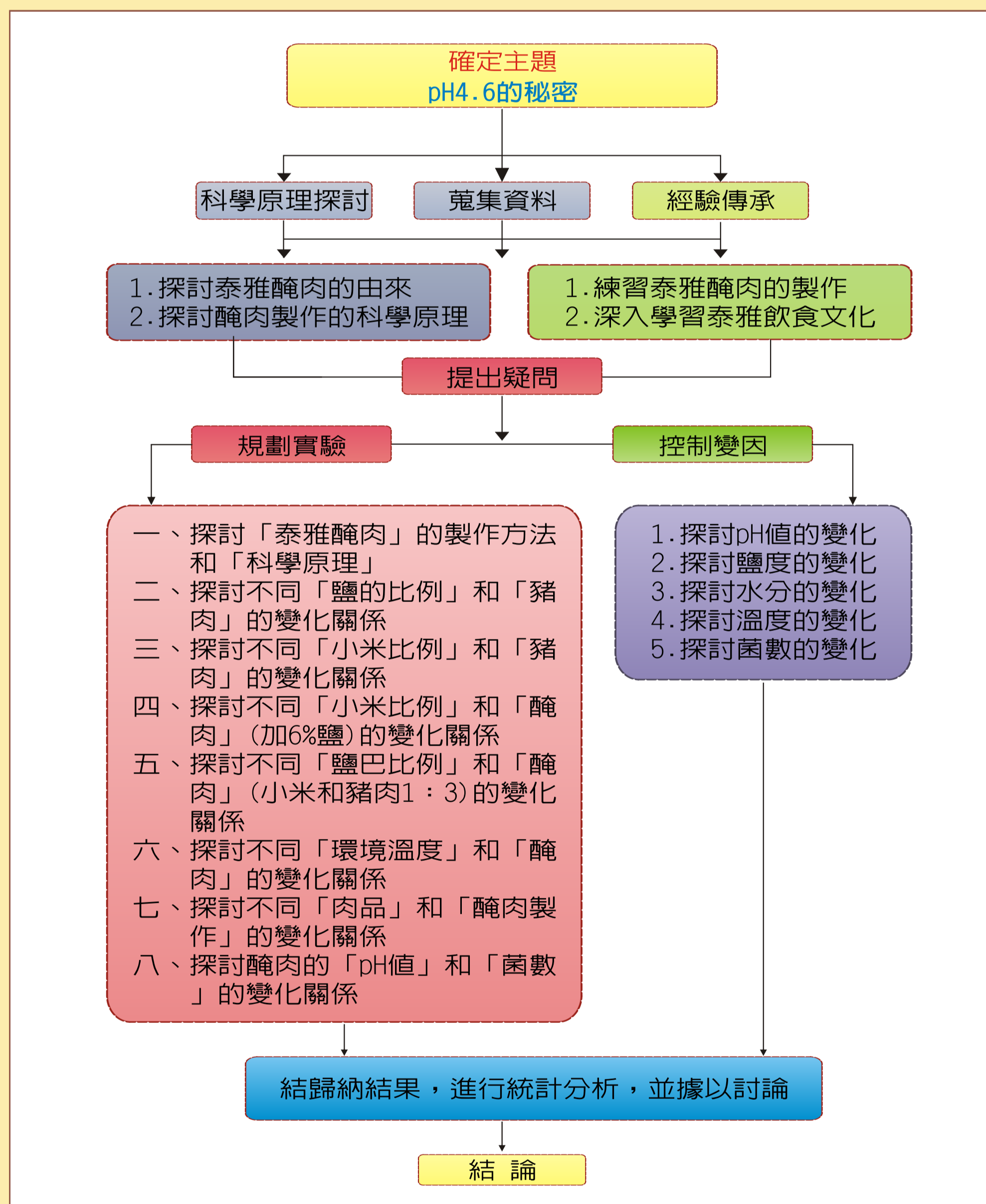
貳、研究目的

- 一、探討「泰雅醃肉」的製作方法和「科學原理」
- 二、探討不同「鹽的比例」和「豬肉」的變化關係
- 三、探討不同「小米比例」和「豬肉」的變化關係
- 四、探討不同「小米比例」和「醃肉」(加上6%的鹽)的變化關係
- 五、探討不同「鹽巴比例」和「醃肉」(小米和豬肉1：3)的變化關係
- 六、探討不同「環境溫度」和「醃肉」的變化關係
- 七、探討不同「肉品」和「醃肉製作」的變化關係
- 八、探討醃肉的「pH值」和「菌數」的變化關係

參、研究設備與器材(略)

肆、研究方法

一、擬定架構(略)



二、文獻探討

- (一) 泰雅族醃肉的由來和製作方法
- (二) 醃肉的科學原理探討

1. 發酵原理

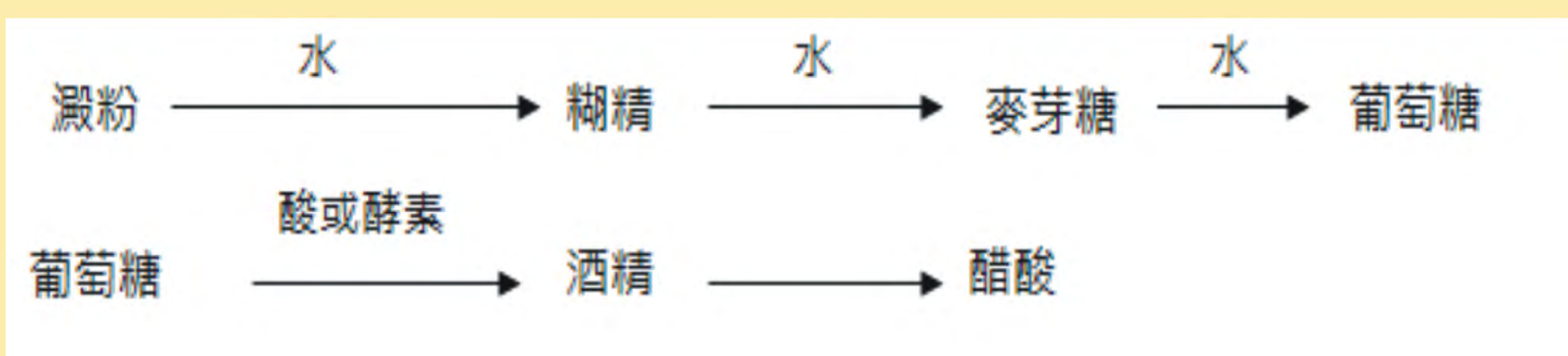


圖4-2-1 澱粉發酵原理說明圖

2. 食物保存原理

3. pH4.6的關鍵因素



圖4-2-2 食品水活性與酸鹼值風險圖
《本圖取自食品產業領域智慧自動化創新社群》

4. 蛋白質變性原理

5. 澱粉糊化的化學反應

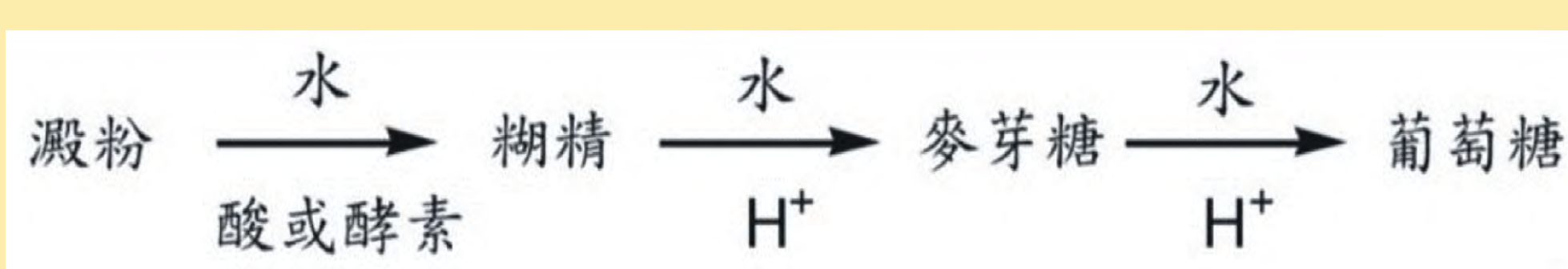


圖4-2-3 澱粉糊化的化學反應過程說明圖

三、經驗傳承



圖4-3-1 學習原住民醃肉製作過程與方法

四、規劃實驗

五、控制變因

伍、研究過程、結果和討論

【疑問一】小米？鹽？誰可以幫助豬肉防腐，延長保存期限？

《研究一》探討不同「鹽的比例」和「豬肉」的變化關係

(一) 研究過程(如圖5-1-1所示)



圖5-1-1 不同鹽的比例和豬肉的變化關係實驗過程說明圖

(二) 研究結果

1. 我們推測：豬肉加鹽的比例越高，越不容易腐臭，不容易腐壞。
2. 研究結果如圖5-1-2所示：



圖5-1-2 不同鹽的比例和豬肉的變化關係結果說明圖

3. 從圖5-1-2的實驗結果，我們推測：加鹽的比例，和豬肉的pH值變化，並沒有直接的關係。

(三) 討論

1. 為什麼豬肉放到小玻璃罐時，要紮實、緊密、填滿？



圖5-1-3 玻璃罐豬肉未裝滿實驗變化過程說明圖

2. 為什麼鹽巴可以抑制細菌？
一般來說食鹽濃度超過15~20%便可使微生物無法增生，讓食物延長保鮮。
3. 什麼是pH值？
我們這次實驗所使用的pH計，是食物專用pH計，可以檢測醃肉的pH值。
4. 什麼是肉品水分？
我們的實驗以肉品水分計，來測試醃肉製作過程中肉品水分的變化情形。
5. 什麼是鹽度？
一般日常飲食的鹽度表，如圖5-1-4所示。

醃漬物	湯汁	濃湯、鹼水	魚類	肉類
鹹魚 1.7	火腿湯 0.8	味噌湯 0.9	鮭魚 1.0	雞肉 0.8
鹹肉 2.1	雞湯 1.2	雞湯 1.0	鰻魚 1.3	火腿 1.1
鹹蛋 3.2	法式濃湯 1.2	雞湯 1.0	鮭魚 1.3	義大利 Salami 1.6
鴨 2.8	法式濃湯 1.4	雞湯 1.9	鮭魚 1.3	培根 1.7
鹹鴨 3.6	法式濃湯 1.5	雞湯 2.9	鮭魚 1.3	Pho 1.2
鹽 14.3	咖啡 1.6	雞湯 4.9	鮭魚 10.0	Pho 1.2

圖5-1-4 日常生活飲食鹽度參考表

6. 為什麼實驗中，鹽的比例要設定為1~6%？
在醃肉製作的教學過程中，我們有記錄老師鹽巴和肉的比例，大約占豬肉重量的6%左右，或更多一點。

《研究二》探討不同「小米比例」和「豬肉」的變化關係

(一) 研究過程

研究的過程與說明，如圖5-2-1所示。

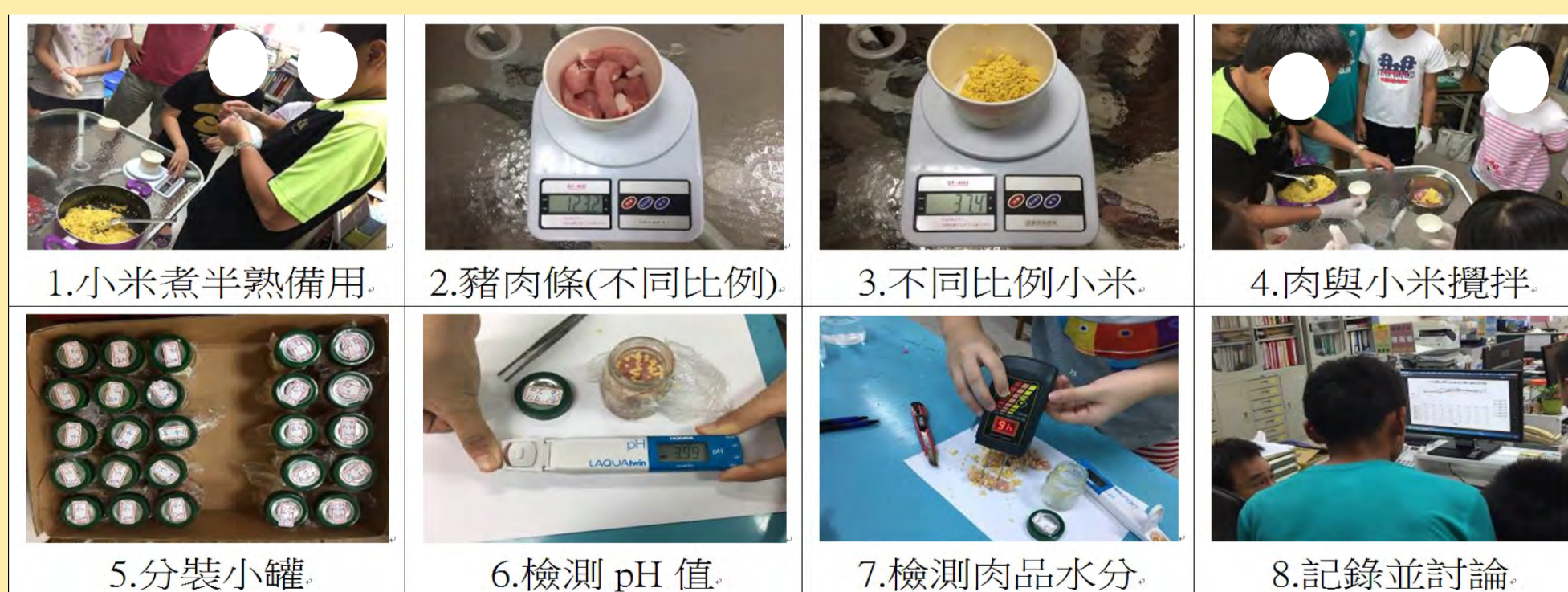


圖5-2-1 不同小米的比例和豬肉的變化關係實驗過程說明圖

(二) 研究結果

如圖5-2-2所示



圖5-2-2 不同小米的比例和豬肉的實驗結果說明圖

1. 如圖5-2-2的實驗結果，從豬肉外觀的觀察，我們推測：小米並無法防止豬肉腐壞。
2. 接著再檢測肉品pH值、鹽度、溫度和水分的變化，並記錄下來，我們推測：小米雖然可以暫時讓豬肉的pH值降低，但卻無法有效保存醃肉。

(三) 討論

1. 如何將小米煮成半熟？
 - (1) 我們用水量來控制小米煮成半熟狀，水煮沸後約再煮一分鐘，即爛至半熟。
 - (2) 以小米和水的重量比例來控制小米的熟度。
例如：小米：水 = 1：1 為全熟。
小米：水 = 1：0.5為半熟。

【疑問二】製作醃肉，小米和鹽巴缺一不可嗎？
《研究三》探討不同「小米比例」和「醃肉」（鹽巴6%）的變化關係

(一) 研究過程

如圖5-3-1所示。

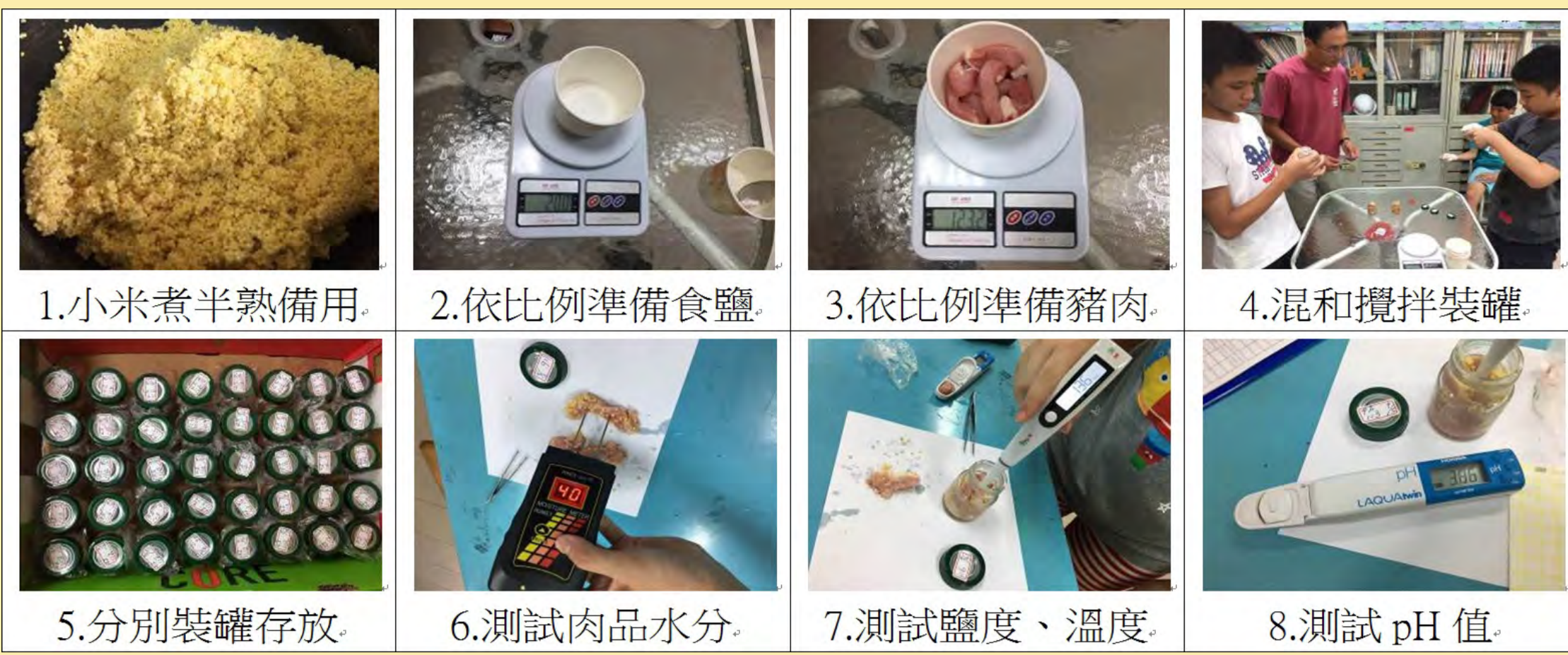


圖5-3-1 不同小米比例加6%的鹽和豬肉的變化關係

(二) 研究結果

如圖5-3-2所示。

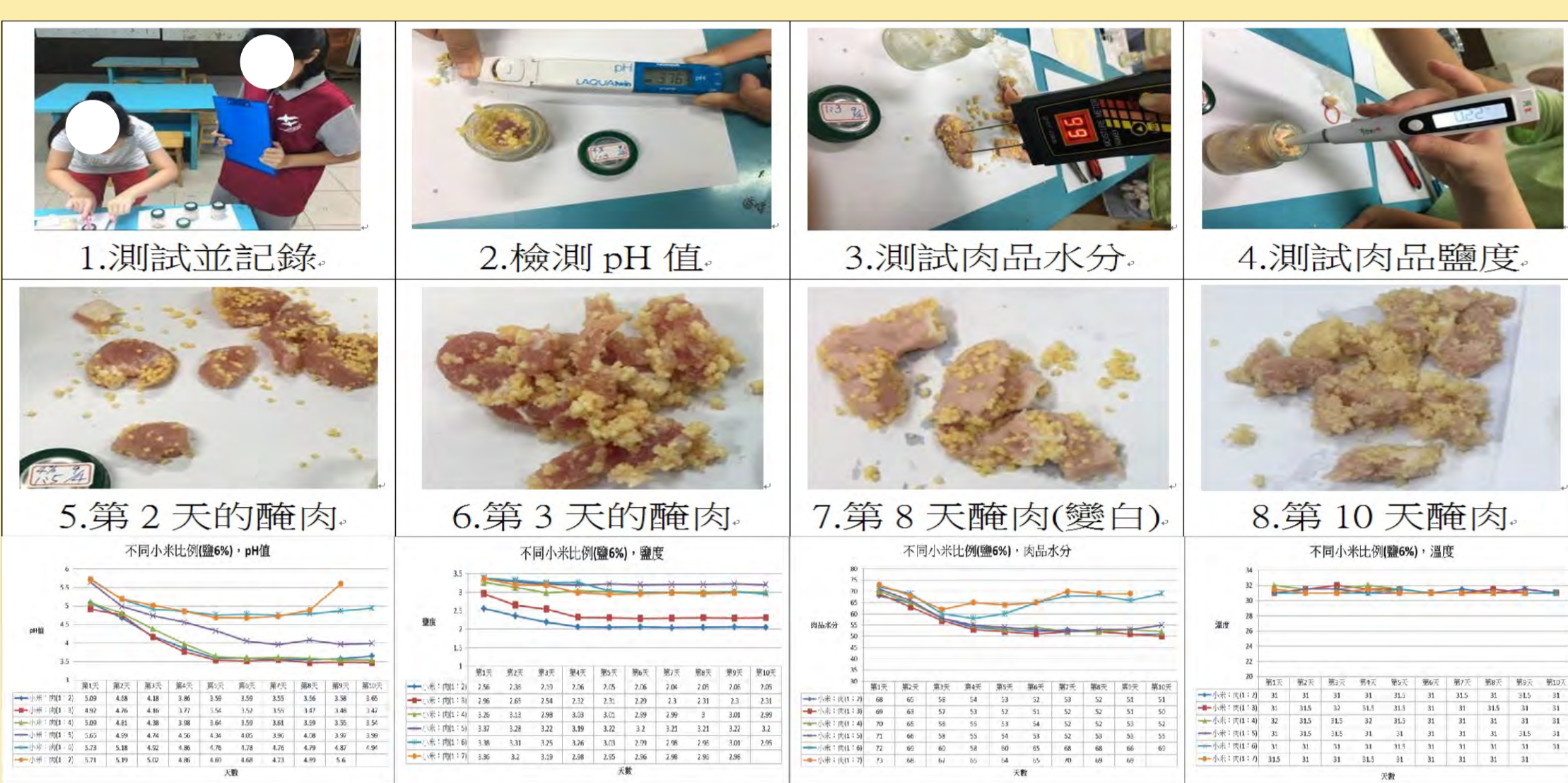


圖5-3-2 不同小米比例加6%的鹽和豬肉的變化結果說明圖

2. 如圖5-3-2的實驗結果，從豬肉外觀的觀察，我們推測：**醃肉的製作，小米和鹽巴缺一不可；而且小米和肉的比例不能少於1：4。我們認為：小米和豬肉的比例1：3最為恰當。**
3. 接著再檢測醃肉的pH值、鹽度、溫度和水分的變化，並記錄下來，我們推測：**醃肉製作，小米和鹽巴缺一不可。必須加入鹽巴和小米，才可以有效讓pH值下降，且延長保存時間。**

(三) 討論

1. 為什麼要用小米？其他的米飯也可以製作醃肉嗎？一般米飯、麵粉、小米、玉米相比，澱粉含量差別很大嗎？

(1) 實驗過程和結果說明，如圖5-3-3所示。

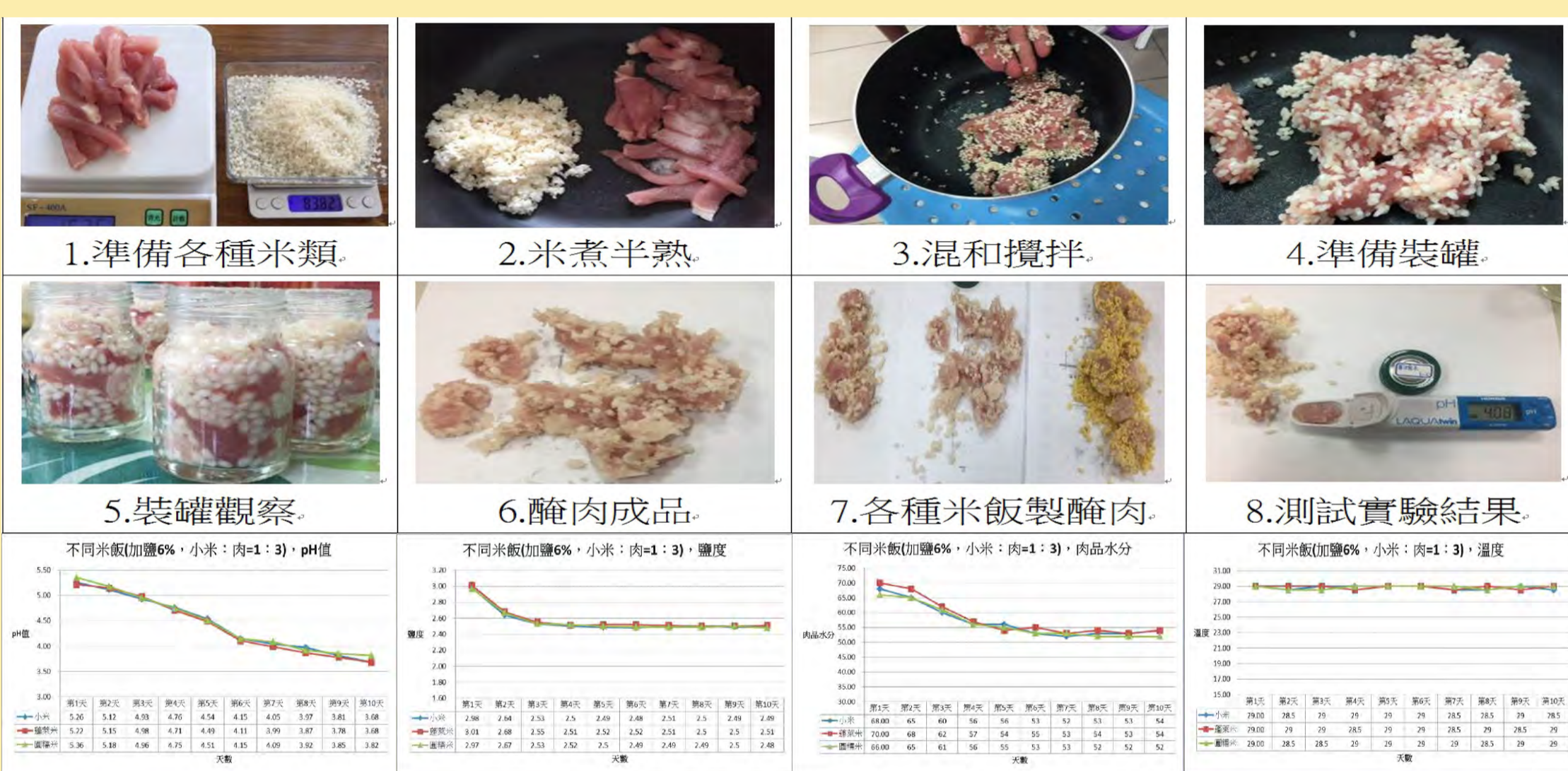


圖5-3-3 不同米飯種類製作醃肉過程和結果說明圖

(2) 從圖5-3-3的實驗結果，我們推測：**只要是含有澱粉的米飯，都可以用來醃肉。**

※ 部落長老告訴我們：早期原住民的主食是小米，醃肉的主要目的是保存食物，小米是就地取材的食物。因此，泰雅醃肉就以小米來製作。

2. 為什麼小米要煮成半熟？全熟或其他條件呢？生小米能製作醃肉嗎？如圖5-3-4所示。

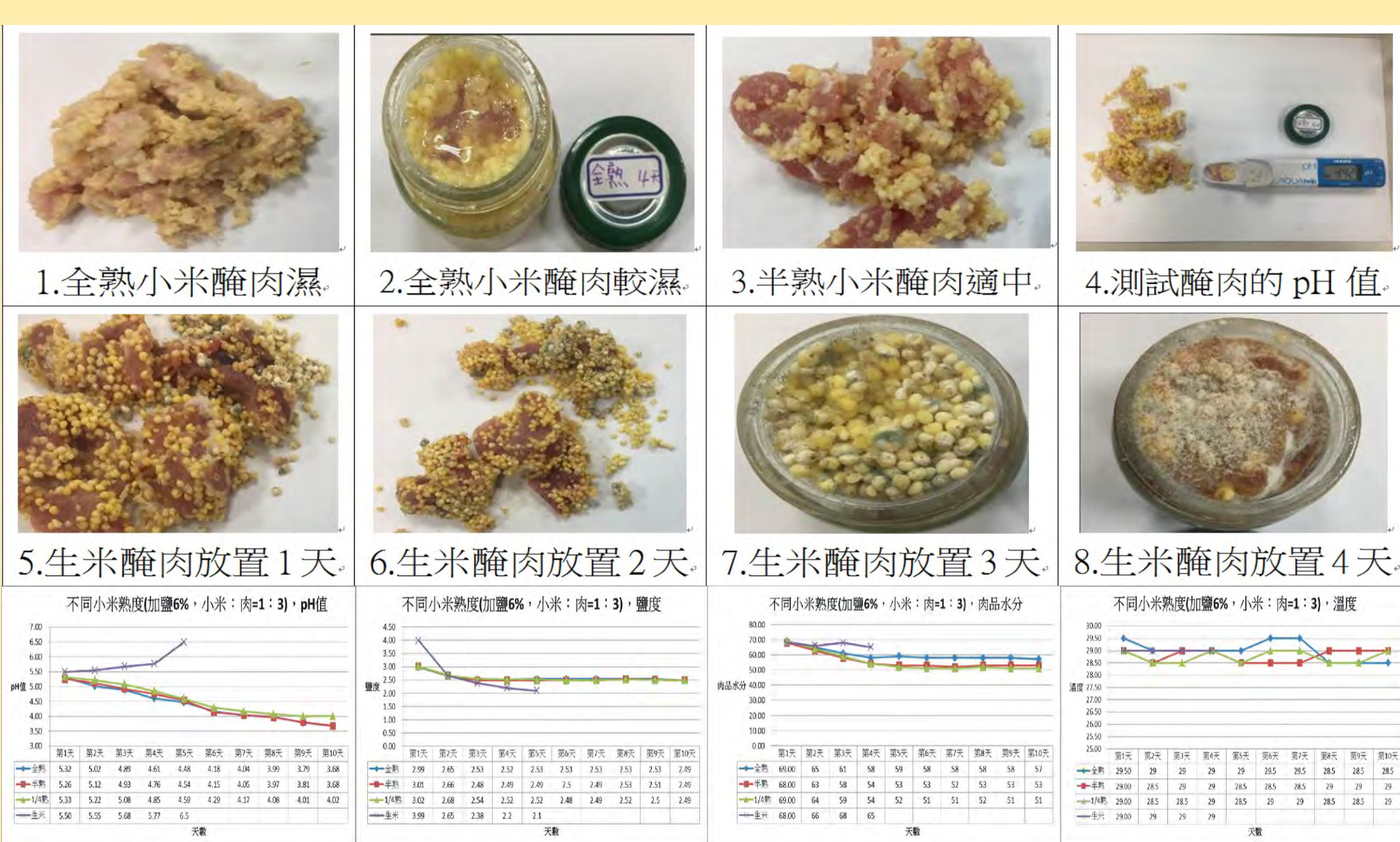


圖5-3-4 不同小米熟度和醃肉製作變化關係說明圖

3. 從圖5-3-4的研究結果，我們推測：**肉因為加入鹽，會讓肉失去水分，半熟的小米剛好可以吸水利用，就可以延長醃肉製作與保存。我們認為：製作醃肉時，小米一定要煮過，否則無法製作醃肉，以煮半熟的小米為最佳。**
4. 為什麼醃肉作過程中，會產生酸味？是因為小米的作用嗎？澱粉變成醋的化學過程說明，如圖5-3-5所示。

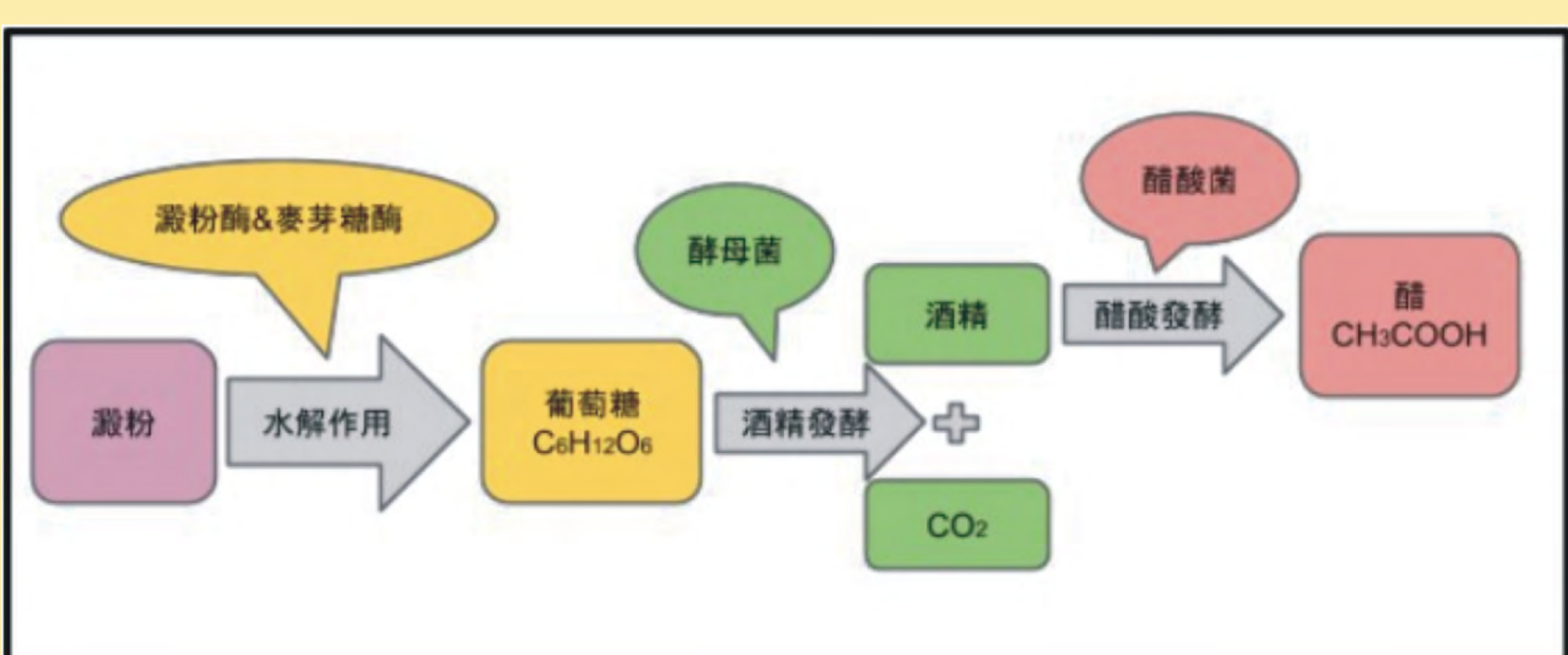


圖5-3-5 澱粉變成醋的化學反應過程說明圖

【疑問三】製作醃肉，鹽巴可以少一點嗎？或者，鹽巴會影響醃肉的保存時間？

《研究四》探討不同「鹽巴比例」和「醃肉」（小米和豬肉1：3）的變化關係

(一) 研究過程

同前述實驗。

(二) 研究結果

如圖5-4-1所示。



圖5-4-1 不同鹽巴比例製作醃肉變化關係結果說明圖

從圖5-4-1的研究結果，我們推測：**加鹽的比例越高，醃肉可以保存的時間越久。**

(三) 討論

1. 為什麼鹽巴比例多寡，會影響pH值的變化？而且會影響保存時間？我們推論：**原住民祖先製作醃肉時，會加入大量的鹽巴，最主要的目的，就是要延長保存醃肉期限。**

※ 因為早期資源匱乏，所以他們很珍惜捕獲的獵物，而且也沒有什麼科學知識。因為怕肉會腐壞，所以寧願多加一點的鹽，也不願意肉腐壞，如果太鹹，水煮一下即可。

2. 鹽巴如果太多？除了太鹹，還會影響發酵嗎？

我們將觀察和測量到的結果記錄下來，並轉換成圖表比較，如圖5-4-2所示。



圖5-4-2 高鹽巴比例製作醃肉變化關係結果說明圖

(4) 從圖5-4-1的研究結果，我們發現：

- a. 鹽巴比例越高，發酵速度就會越慢，大約要30天，pH才會降至4.6以下。
- b. 醃肉的鹽度，會隨著加入鹽巴的比例而變化，加入的鹽巴多，鹽度就越高。
- c. 鹽度高，醃肉的水分明顯脫水，但實際測試，大約在50-55%左右。

※ 因為研究時間的關係，高鹽巴比例（10、15%）的醃肉測試，僅完成到第90天！

從《研究四》《研究五》的結果中，我們認為：**製作醃肉的最佳比例：加入約6%的鹽；小米和豬肉的比例，則大約是1：3。**

【疑問四】溫度，會影響醃肉製作的時間嗎？

《研究五》探討不同「環境溫度」和「豬肉」的變化關係

(一) 研究過程

溫控箱設定如圖5-5-1所示。



圖5-5-1 不同溫度和醃肉製作溫控箱設定說明圖

(二) 研究結果

1. 我們將觀察和測量到的結果記錄下來，並轉換成圖表，如圖5-5-2所示。

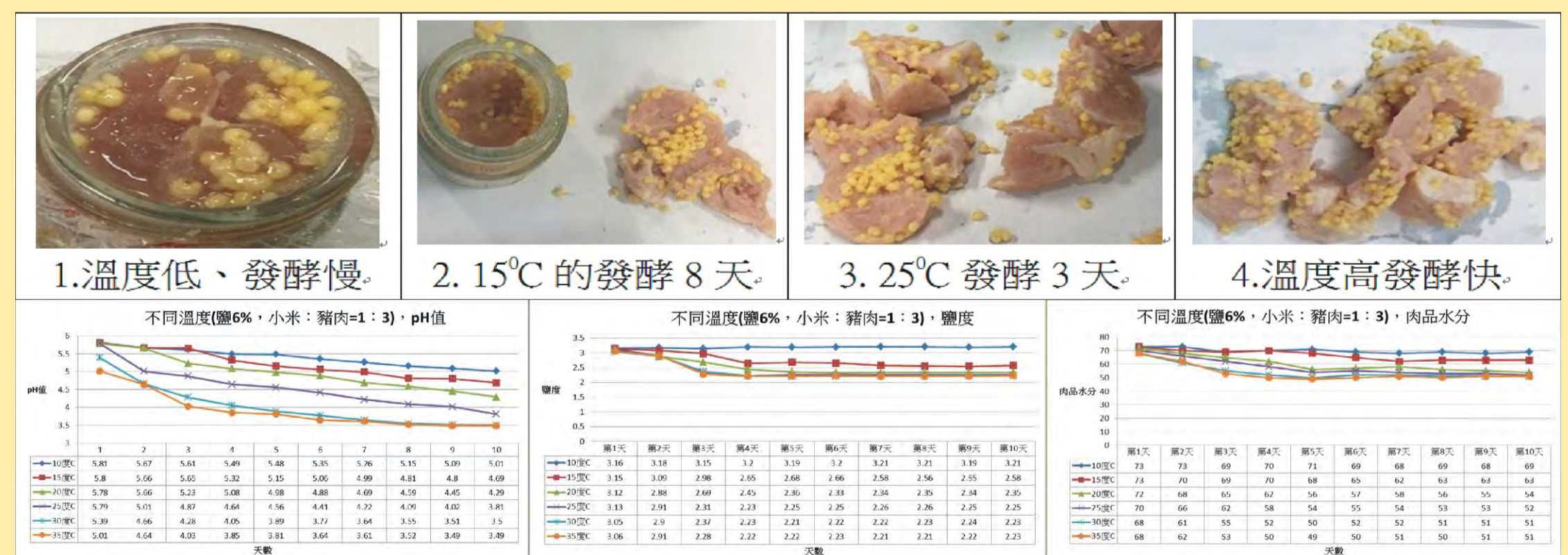


圖5-5-2 不同溫度和醃肉製作變化關係結果說明圖

2. 從圖5-5-2的實驗結果，我們發現：我們推測：**溫度會影響小米和醃肉的發酵速度，溫度越高，醃肉發酵越快，pH值下降越快。**

(三) 討論

1. 為什麼製作醃肉時，夏天時要存放7-10天才可食用？冬天則要10-15天。溫度越高，澱粉發酵變成醋的時間就越快，可以讓豬肉蛋白質變性，因此夏天溫度高，醃肉製成的時間就越快，所以大約7天就可以吃了。

【疑問五】為什麼只用豬肉？不同的肉品可以製作醃肉嗎？

《研究六》探討不同「肉品」和「醃肉製作」的變化關係

(一) 研究過程

如圖5-6-1所示。



圖5-6-1 不同肉品製作醃肉過程說明圖

(二) 研究結果

如圖5-6-2所示。

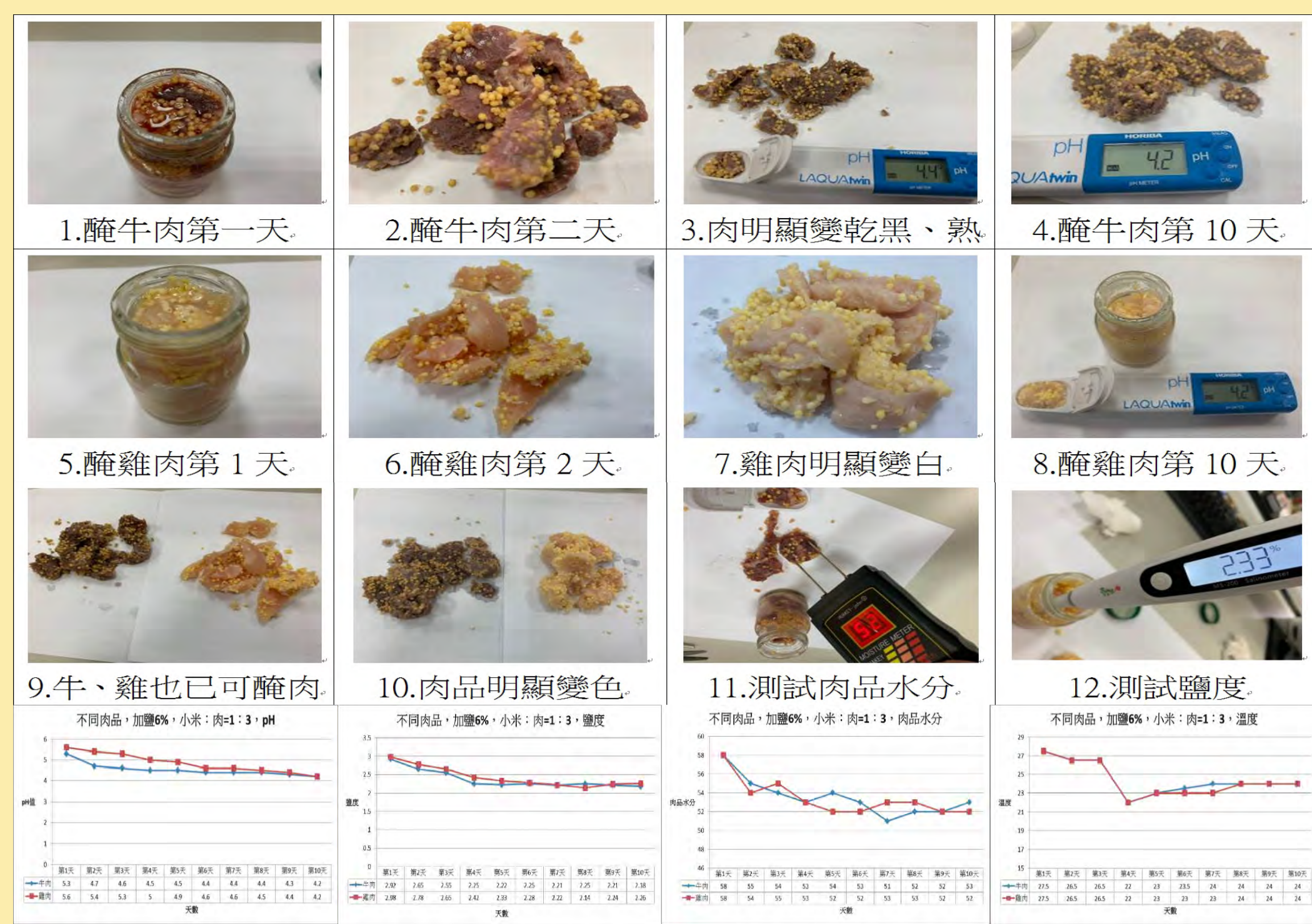


圖5-6-2 不同肉品製作醃肉變化關係結果說明圖

2. 從圖5-6-2的實驗結果，我們推測：各種肉類都可以來製作醃肉。

(三) 討論

1. 為什麼早期原住民醃肉，都只用豬肉？而不用其他的肉類？

- (1) 部落長老告訴我們，醃肉的製作目的是為了要保存食物。山豬是主要的獵物，體型大，不會一下子就可以吃完，為了保存食物，才會醃肉。
- (2) 有時候，原住民也有醃魚，也是一項特色美食。

【疑問六】pH值4.6以下，真的就沒有菌了嗎？

《研究七》探討醃肉的「pH值」和「菌數」的變化關係

(一) 研究過程

1. 如圖5-7-1所示。

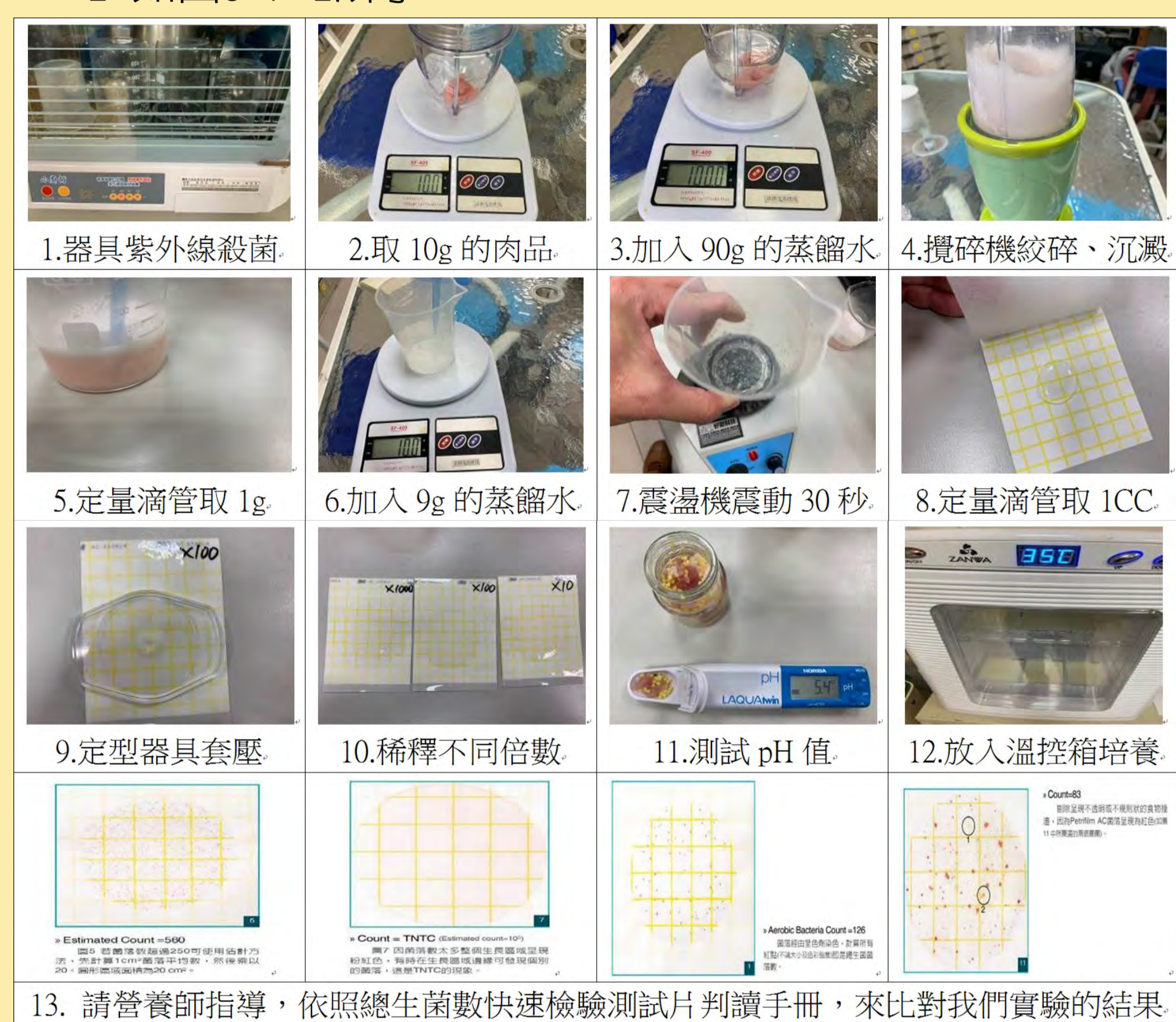


圖5-7-1 醃肉pH值和生菌數變化關係實驗過程說明圖

(二) 研究結果

1. 如圖5-7-2所示。

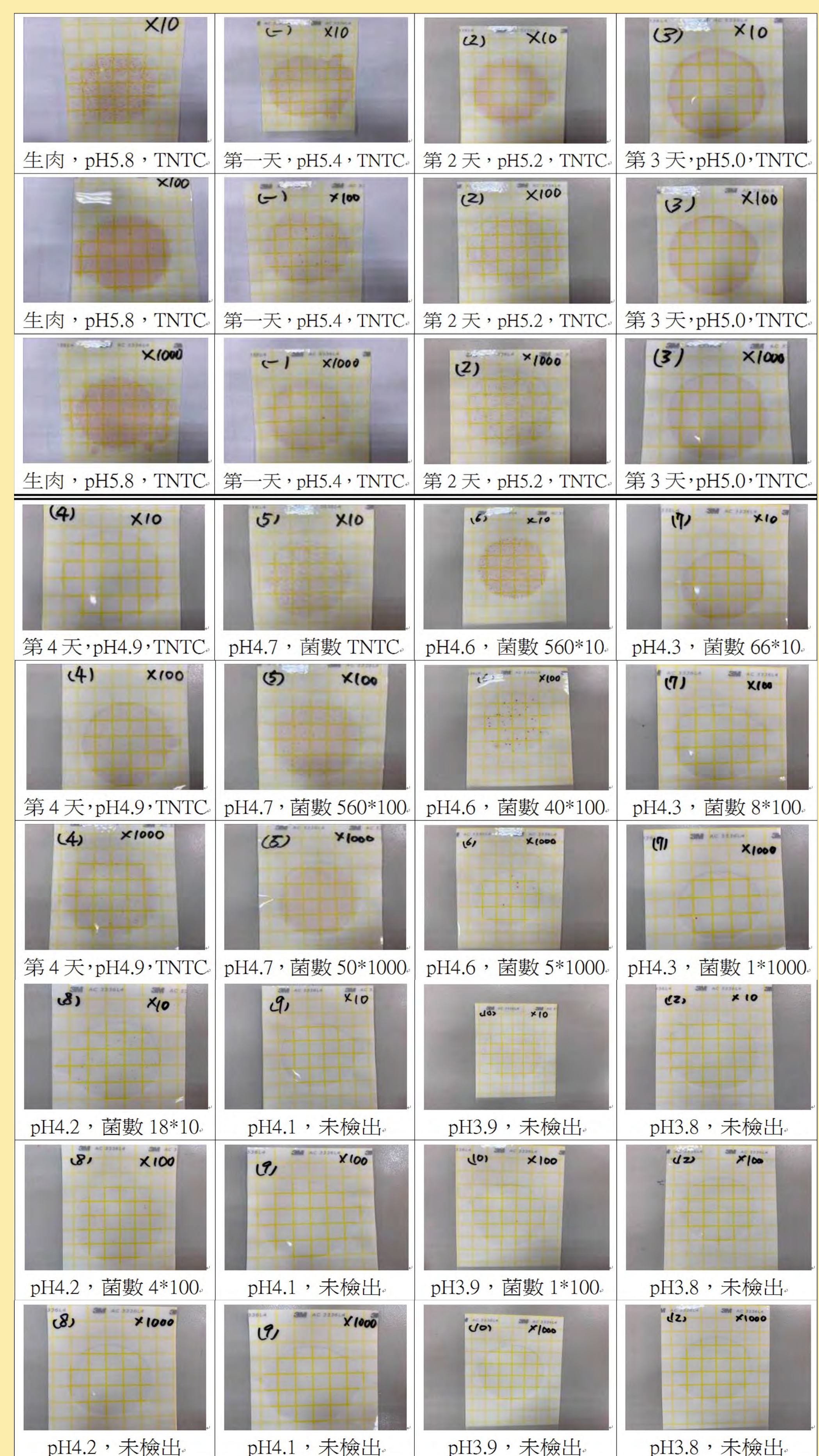


圖5-7-2 醃肉pH值和生菌數變化判讀結果說明圖

(三) 討論

1. 為什麼稀釋要使用蒸餾水？我們使用的器材可能會有細菌嗎？如圖5-7-3所示。

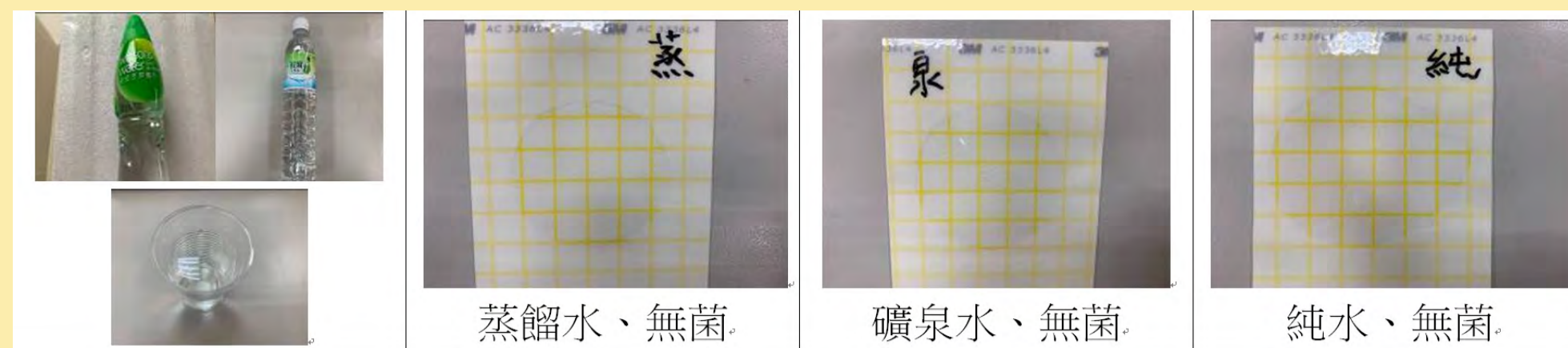


圖5-7-3 蒸餾水、礦泉水和純水菌數測試結果說明圖

如圖5-7-3所示，我們發現：我們使用的器材和稀釋的蒸餾水，總生菌數測試結果是未檢測出的。

2. 總生菌數測試快篩片，測試結果未檢測出，就代表沒有菌了嗎？

- (1) 不一定，因為這是較簡易且快速的測試方法，僅能說未檢測出生菌數。
- (2) 台灣微生物檢測常檢測總生菌數及大腸桿菌、大腸桿菌群，總生菌數是食品現有品質的評估。
- (3) 依據台灣優良農產品肉品項目驗證基準，如表5-7-4所列。

生鮮肉品(生菌數標準)			加工肉品(生菌數標準)		
冷藏肉	冷凍肉	絞肉類	未全熟冷藏(凍)品	全熟冷藏品	全熟冷凍品
3×10^7 以下	3×10^6 以下	5×10^6 以下	3×10^6 以下	1×10^6 以下	1×10^5 以下

表5-7-4 台灣CAS優良肉品微生物驗證標準表

- (4) 由表5-7-4所示，我們發現：當醃肉pH值降至4.6，總生菌數已大幅下降約5000個，也符合CAS的驗證標準。
- (5) 當醃肉pH降至約4.6以下，為什麼還有菌呢？我們推測：應該是耐酸的酵母菌和黴菌，因為酵母菌及黴菌適宜偏酸性(pH值4~6)條件下發育。

陸、結論

一、「醃肉」是泰雅族原住民一種很特別的保存食物方法。

- (一) 製作「泰雅醃肉」只需要小米、鹽巴和豬肉。
- (二) 醃肉的製作，其中應用了食物保存原理、發酵原理、蛋白質變性、和食品加工的原理。
- (三) 醃肉的製作，要將罐子緊密紮實填滿，否則豬肉會腐壞。

二、鹽巴具有防腐的功能，加鹽的比例越高，對豬肉的防腐效果越好。

- (一) 加鹽的比例越多，雖然發酵速度慢，但是醃肉可以保存的時間越久。
- (二) 原住民加鹽比例比較偏高，是因為怕醃肉腐壞。

三、小米含有澱粉，配合豬肉的微生物，可以快速發酵降低pH值，但卻無法防腐。

- (一) 小米的澱粉，因為高溫煮沸，可以水解糊化產生酒精再變成醋酸。
- (二) 一開始，因為沒有鹽巴的抑菌，小米會迅速變成醋酸，讓pH值快速下降。
- (三) 因為沒有鹽巴抑制微生物，酸化的肉繼續被微生物分解，成二氧化碳和水而腐壞。

四、製作醃肉的最佳比例，為加入6%的鹽，小米和豬肉的比為1:3。

- (一) 製作醃肉時，豬肉、小米和鹽巴缺一不可。
- (二) 加入6%的鹽巴，雖然主要是延長保存時間；小米因為含有澱粉，煮半熟可以糊化產變成醋酸，降低pH值。
- (三) 加鹽的比例以6% (或以上)，可以延長保存時間，則常溫可以存放超過150天。太多的鹽巴，則會讓發酵速度變慢，大約要30天才會讓pH下降到4.6。
- (四) 加鹽的比例如果低於4%，則醃肉製作，比較無法有效保存且容易腐壞。
- (五) 製作醃肉，小米的比例不能太少，小米：豬肉低於1:5，pH值無法有效下降。

五、溫度是影響製作醃肉的重要因素之一。

- (一) 溫度越高，可以讓澱粉快速發酵，使豬肉蛋白質變性，完成醃肉的製作；常溫(25~30°C)保存是比較好的方式。
- (二) 溫度較低(15°C以下)，會影響澱粉發酵的速度，醃肉的製作時間需要比較長。
- (三) 一般而言，夏季季節，醃肉大約7~10天即可食用；冬天則需要10~15天。

六、醃肉的製作，不限定是豬肉，牛肉、雞肉、魚也可以用來製作。

- (一) 牛肉、雞肉，經過實驗，也可以是醃肉製作的材料。
- (二) 原住民醃肉的製作，目的是為了有效保存食物。
- (三) 泰雅原住民也有「醃魚」的保存食物方法。
- (四) 未來可以延續醃肉技術，發展各種肉品的醃製，成為野外生活的營養補充。

七、當醃肉的pH值下降到4.6以下時，總生菌數的數量也會慢慢下降到未檢出。

- (一) 醃肉的pH值，為醃肉能否食用的重要關鍵。
- (二) 當醃肉的pH值降至4.6以下時，生菌數已符合CAS的驗證標準。
- (三) pH值4.6，就是醃肉能否食用的秘密！

柒、延伸思考與生活應用

一、食物保存、野外求生

- (一) 這是很特別的食物保存方法，可提供野外露營、活動期間的肉品保存，以補充鹽分和營養。
- (二) 分裝小罐，攜帶方便，適合野外求生的食物保存。

二、特色課程、鄉土教材

- (一) 可以發展成為部落特色的課程，可以動手DIY，甚至是科學教育的教材。
- (二) 利用科學方法教學與研究，延續部落文化價值。

三、部落發展、適合推廣

- (一) 醃肉的風味很特別，吃法可以變化且多樣，水煮、火烤、炒菜或是直接吃，都有不同的風味。
- (二) 具有文化特色，可以發展部落經濟。

四、災難戰爭、罐頭商品

- (一) 地震、風災等災難難以預防，醃肉製做可以是長期沒有電的食物保存方法。
- (二) 戰爭時期的物資保存，營養和鹽分補充是非常必要的，醃肉是一個方式。
- (三) 加上不同香料、再研發製作成不同口味、不同肉品的醃肉，也許是罐頭商品化的一項經濟商機。