

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 化學科

佳作

080213

水果微笑 努力起「酵」

～探究自製新鮮水果酵母液對於麵種發酵的影響

學校名稱：臺北市大安區新生國民小學

作者：  小六 陳品瑄  小六 沈天愛  小六 李宇捷  小六 馮康睿	指導老師：  周宜璇  廖章棋
---	-----------------------------

關鍵詞：水果發酵、酵母菌、麵種

## 摘要

透過觀察與實驗，了解在一般環境下利用水果培養酵母菌液的特徵及變化。並研究水果的果皮、果肉、果芯及其他因素對於培養酵母菌液時間長短及變化。

在培養酵母菌的過程中，最重要的是必須減少污染的因素，避免水果酵母液發黴產生變質。我們發現即便氣溫驟降而影響室內溫度變化，酵母菌也能順利的發酵，只是過程中所需時間的長短而已。此外，水果的每一部位都有酵母菌的存在只是含量多寡的不同，而不同的添加物對酵母菌的活性會產生不同的效果。

## 壹、 研究動機

暑假期間看到新聞報導「胖達人手感烘焙麵包」廣告不實，老闆對外宣稱他們的麵包是用天然酵母製作的，絕無添加人工香料，卻被踢爆並檢驗出他們的麵包是以商業酵母並添加香精做成的。我們想起五下老師所教過食品保存做的麵包發酵及二氧化碳實驗，所以想要透過實驗了解如何製作天然酵母，是否真的如此費時費力，導致大部份的烘培業者會放棄人工培養酵母而使用酵母粉。我們也想經由實驗去找出，在不控制溫度的環境下，培養水果酵母液，到底有哪些因素會影響發酵的結果。因而讓大家了解每個人都可以自己在家做純天然水果酵母液。如果可以用自己培育的天然酵母來做麵包，雖然不像外面賣的那麼香，但是至少可以吃的安心又健康。

## 貳、 研究目的

- 一、 比較不同水果對培養酵母液的影響
- 二、 比較水果不同部位對培養酵母液的影響
- 三、 比較糖的添加量對培養酵母液的影響
- 四、 比較不同種類的糖對培養酵母液的影響
- 五、 比較酸鹼度對培養酵母液的影響

## 參、 研究設備及器材

- 一、 實驗材料  
水果（蘋果、葡萄、鳳梨、橘子）、開水、有機麵粉、果糖、蜂蜜、白砂糖、黑糖、食用醋
- 二、 實驗器材  
玻璃罐 800ml 的 24 瓶、電子磅秤、保鮮膜、溫度計、橡皮筋、紙膠帶、牙籤、測量 pH 值的試紙、糖度計、玻璃棒、燒杯、量桶、夾子

三、 排水集氣法設備：錐形瓶、橡皮管、玻璃管、保鮮膜、水箱、燒杯。

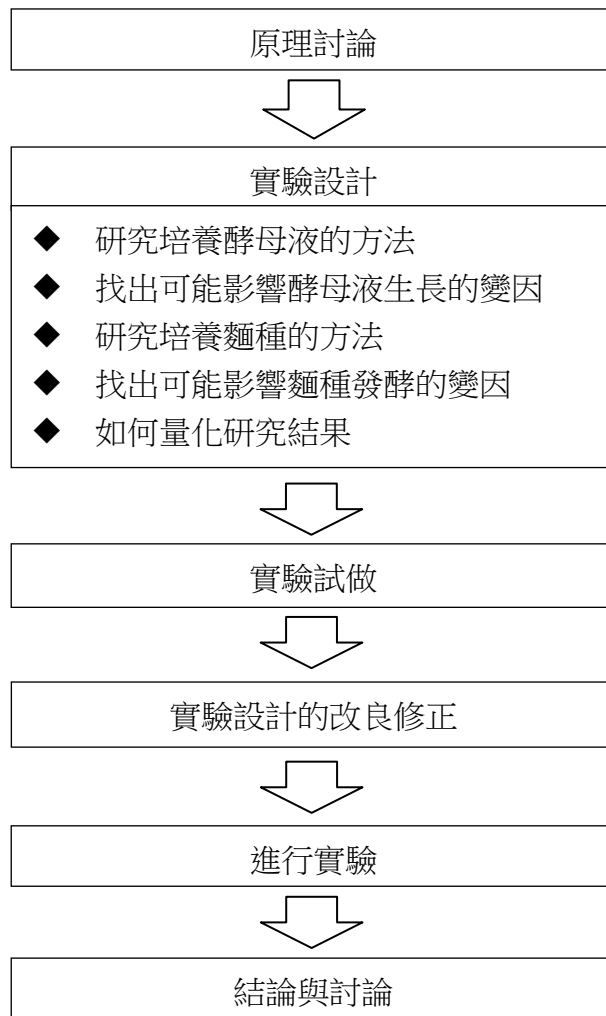


四、 恆溫設備：水箱、魚缸定溫器、溫度計。



## 肆、研究過程或方法

### 一、研究大綱



### 二、實驗方法

#### (一) 相關研究討論

我們從科展發表的文獻上發現多數的水果酵母研究動機是運用在「釀酒」，發酵的相關實作都是在說明如何在無氧狀態下的酒精發酵以及如何提高發酵速率。因為這些研究都是以酵母粉做為酵素的材料，我們希望藉由日常生活中垂手可得的新鮮水果在有氧狀態下進行酵母液的製作，幫助麵種的培養，達成用天然酵母健康做麵包的目的。

#### (二) 運用原理與討論

**發酵** 主要是糖和酵母菌作用，糖分解成為酒精、二氧化碳、水和水果的香氣物質。在發酵的過程中，我們可以觀察到許多白色的泡泡，那就是二氧化碳所產生的氣泡。微生物的生長有四個時期，遲滯期 A (lag phase，也有人稱為適應期)、對數期 B (log phase)、穩定期 C (stationary phase)、死亡期 D (death phase)。剛做酵素的第一天和第二天，通常水果會滲出汁液，這段時間就是適應期。之後玻璃瓶中會出現很多的氣泡（二氧化碳），那就是進入到了對數期。這段期間是發酵作用最為頻繁的時期，

也是酵素最為活躍的時期。之後氣泡減少就進入了穩定期。當完全沒有泡泡，就進入了死亡期，也就代表菌種都死亡，發酵結束。

**酵素** 在所有動、植物體內均可發現的物質，它是維持身體正常功能、消化食物、修復組織等必需的。

**醣類** 組成的主要元素含碳、氫、氧，基本化學結構式為  $C_6(H_2O)$ ，故俗稱碳水化合物。在發酵過程中，酵母將穀類或葡萄中所含的醣轉換為酒精成分。二氧化碳及酒精是酵母新陳代謝過程中所產生的副產品，醣類則是它的原料。

**糖度計測量** 利用光線穿透不同濃度的液體時，折射角度會產生改變的原理，來測量不同濃度的糖水，鹽水，或其他物質的折射率變化。

**濃度** 溶質和溶液的比例。溶質佔溶液的比例越高，濃度就越高。濃度越高時，溶質在溶液中就越密集。

**酵母液** 酵母液是蔬菜、水果、草本植物在特定的條件下，經過一段時間的發酵而得到的液體。

**麵種** 麵團經天然酵母發酵而成的叫做酸麵種(Sourdough)，由酸麵種製作出來的麵包在口感與香氣上遠優於一般的麵包。酸麵種可由麵包師父每日加入新麵團培育，使天然酵母自行複製生長而保存下來。酸麵種含有豐富的「天然乳酸菌」，產出抵抗細菌生長的「抗菌素」(Bacteriocin)，可以有效的抵抗污染性細菌、孢菌、孢子等病原菌生長，這也是維持麵種可存活數百年不變質的原因。

### (三) 實驗操作討論

依據下列反應式的原理。



我們可以選擇適當的水果培養出酵母菌汁。再利用酵母培養液再將麵粉內的一些碳水化合物；如葡萄糖、果糖、麥芽糖轉化為酒精及二氧化碳。而釋放出的二氧化碳，可使麵糰體積膨脹形成麵種。因為原料和發酵環境的差異，所培養出來的酵母菌的活性也會有所不同，因此能影響麵種的膨脹速度。

**【酵母液培養方法】** 挑選〈蘋果、鳳梨、葡萄、橘子〉加入一定比例的水和糖，用消毒乾淨的玻璃瓶封好，每日開瓶搖晃瓶子換氣，直到出現許多氣泡並且產生淡淡的酒香表示完成，中途若產生不好氣味或發黴表示受到污染必須重新培養。

**【麵種培養方法】** 將已培養完成之酵母培養液 30ml 混合麵粉 30g，讓培養液中的酵母菌與澱粉行發酵作用，這個過程中會產生二氧化碳、水、酒精和熱能，這些產物存在於麵糰的內部，因此麵糰內充滿氣體會慢慢脹大，所以在這個階段需要定時觀察記錄酵母液+麵粉+水揉和成麵糰後，麵糰的體積會漸漸增加，藉以判斷所培養出來酵母液的發酵力強弱。

1. **水果的選擇** 因應不同的季節，選購水果時，選擇一般市面上合乎時令的水果即可。分別購買橘子、鳳梨、葡萄和蘋果。
2. **糖的選擇** 選擇在市面上容易取得的不同種類的糖，白砂糖、黑糖、蜂蜜和果糖。
3. **容器的選擇** 因為在水果發酵過程中，會產生大量的二氧化碳，如果密封得太緊，瓶內的壓力太大，容易導致容器爆裂，所以選擇硬度較高的玻璃瓶來當容器。
4. **影響酵母菌生長的因素**
  - **營養**：酵母菌與其它活的有機體一樣需要相似的營養物質，像細菌一樣，它有一套胞內和胞外酶系統，用以將大分子物質分解成細胞新陳代謝易利用的小分子物質。
  - **水分**：像細菌一樣，酵母菌必須有水才能存活，但酵母菌需要的水分比細菌少，某些酵母菌能在水分極少的環境中生長，如蜂蜜和果醬，這表示它們對高滲透壓有相當強的適應能力。
  - **酸鹼度**：酵母菌能在 pH 值為 3.0~7.5 的範圍內生長，最適合的 pH 值為 pH4.5~5.0
  - **溫度**：在低於水的冰點或者高於 47°C 的溫度下，酵母菌細胞一般不能生長，最適合的生長溫度一般介於 20°C~30°C。
  - **氧氣**：酵母菌在有氧和無氧的環境中都能生長，酵母菌是兼性厭氧菌。在缺氧的情況下，酵母菌把糖分解成酒精和二氧化碳；在有氧的情況下，它把糖分解成二氧化碳和水，在有氧存在時，酵母菌生長較快。
5. **影響酵母菌在麵種中發酵的因素**
  - **溫度**：在一定的溫度範圍內，隨著溫度的增加，酵母菌的發酵速度也增加，產氣量也增加，但最高不超過 38°C~39°C。一般正常的溫度應控制在 26°C~28°C 之內，如果使用快速生產法則不要超過 30°C，因為超過該溫度，發酵速度過快，麵糰未充分成熟，保氣能力則不佳，影響最終產品品質。
  - **pH 值**：麵糰的 pH 值最適於 4~6 之間。
  - **糖的影響**：可以被酵母菌直接採用的糖是葡萄糖、果糖。蔗糖則需要經過酵母中的轉化酶的作用，分解為葡萄糖和果糖後，才能為發酵提供能源。還有麥芽糖，是由麵粉中的澱粉酶分解麵粉內的破碎澱粉而得到的，經酵母菌中的麥芽糖酶轉化變成 2 分子葡萄糖後也可以被利用。當配方中的糖量為 0%~5% 時，對酵母菌的發酵不起抑制作用，反而可促進酵母菌的發酵作用。
6. **發酵天數設定及發酵過程** 酵母菌在有氧的環境下行發酵作用，產生水和二氧化碳。發酵作用最適宜於溫度 20~27°C 的環境下進行，發酵將進行約 3~8 天(因環境、溫度和原料而有所差異)。發酵進行至玻璃瓶內氣泡數不再增加，達到穩定狀態，即完成發酵。

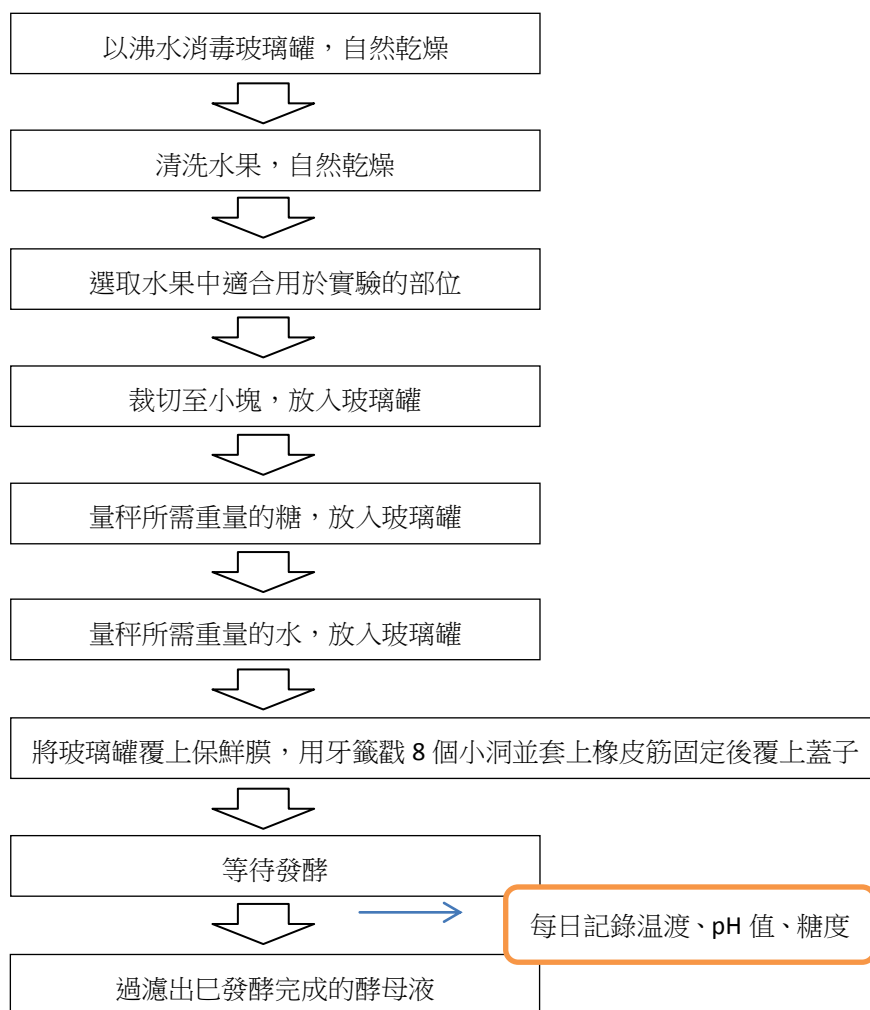
7. 麵種培養天數 觀察加入不同酵母液的麵種在 24 小時之內，因酵母菌的活性高低不同，麵種生長的高度也會有所差異。

#### 8. 實驗設計的改良

- (1) 初步的實驗中，我們只用了照片記錄和觀察，去比較哪一種水果所產生的酵母菌活性比較好，並利用不同水果產生的天然酵母去餵養麵種，在過程中仍只用照片記錄和觀察。所以在第一次實驗結束時，我們無法將實驗結果數據化。
- (2) 為了使實驗結果數據化，在查詢資料和討論後，我們決定採用排水集氣法，以此方法收集發酵作用所產生的二氧化碳，再以收集到的二氧化碳的量來進行發酵速率的探討。但在實際操作下，能收集到的二氧化碳的量不足，而且部分的二氧化碳會溶於水中，會直接影響到收集的量，導致無法客觀的來進行探討。
- (3) 回歸到原點，我們這次實驗的動機是想找出，在室溫下，什麼樣的條件能生成活性最好的酵母，進而在養成麵種的過程中，酵母進行發酵進行無氧呼吸的速率也最高。因此我們討論後決定，取培養好不同條件但等量的酵母菌汁和等量的麵粉在燒杯中攪拌均勻，以保鮮膜及膠帶將其密封（避免在發酵的過程中，部份的水份散失於空氣中，這會令其發酵的速率減低），靜置在燒杯裡，觀察並記錄在 24 小時內，麵種的高度變化。

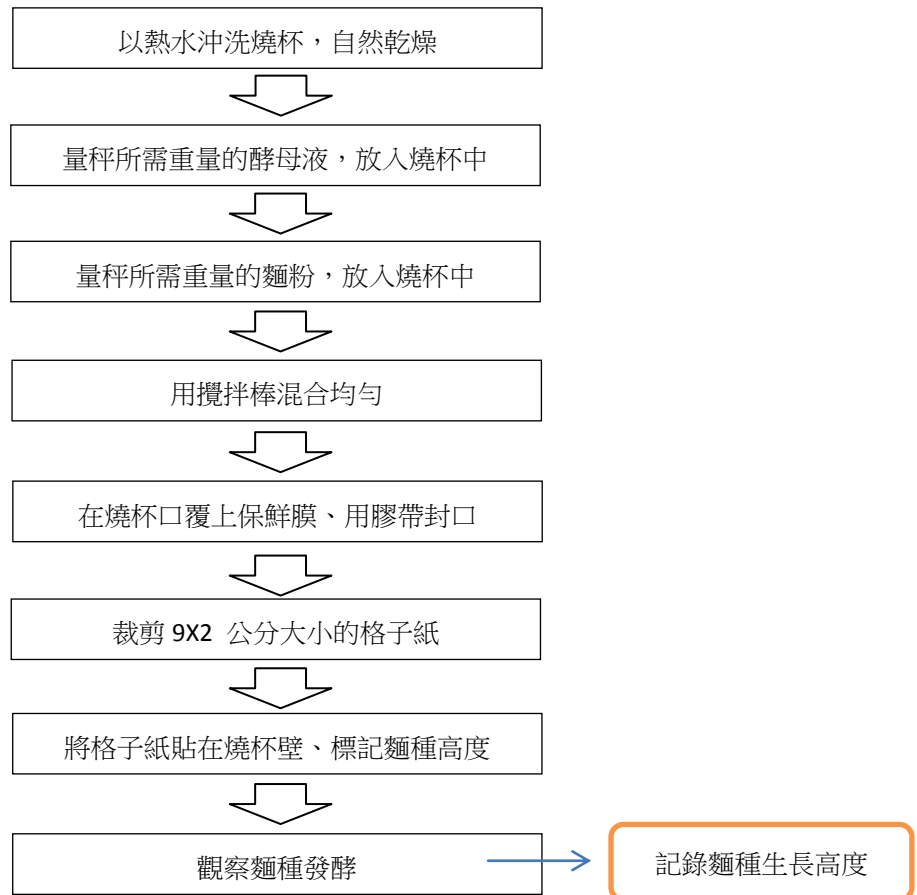
## 9. 總結實驗操作流程

### (1) 酵母液的培養





## (2) 麵種的培養



## (三) 實驗變因設計

- 實驗一 研究不同水果所發酵產生的酵母液來培養麵種、觀察其麵種的生長速度。
- 實驗二 研究四種水果〈蘋果、鳳梨、葡萄、橘子〉，其中蘋果、葡萄及橘子分別以果皮、果肉、果皮+果肉。鳳梨以果芯、果肉、果芯+果肉，分別發酵產生酵母液來培養麵種、觀察其麵種的生長速度。
- 實驗三 研究葡萄加入不同重量的糖發酵產生的酵母液來培養麵種、觀察其麵種的生長速度。
- 實驗四 研究葡萄加入不同種類的糖發酵產生的酵母液來培養麵種、觀察其麵種的生長速度。
- 實驗五 研究葡萄加入不同重量的食用醋發酵產生的酵母液來培養麵種、觀察其麵種的生長速度。

### 三、實驗操作

#### 【實驗一】比較不同水果對酵母液發酵的影響

操縱變因	蘋果、葡萄、鳳梨、橘子四種不同的水果
應變變因	酵母菌汁的活性
控制變因	水果的重量、水的重量、糖的重量、發酵時間

#### 階段一：溶液配製、封瓶

1. 首先將 4 個玻璃空瓶子用沸水煮過消毒，殺菌後瀝乾備用。
2. 水果洗淨後瀝乾，切丁。
3. 每一個瓶子放進一種水果 150g，糖 30g，白開水 300ml。
4. 在瓶口覆蓋上一層保鮮膜並用橡皮筋封住。
5. 在保鮮膜上戳八個小氣孔後將瓶蓋蓋上。
6. 每天早晚定時掀蓋通風十分鐘，並記錄溫度、溼度及酸鹼值。
7. 當酵母液氣泡充足，味道溫和不刺鼻時，代表培養成功。
8. 最後將水果過濾後保留酵母液並冷藏備用。

#### 階段二：培養麵種

1. 將容量 250ml 的燒杯洗淨用熱水沖過消毒，殺菌後瀝乾備用。
2. 在每一個燒杯中放入 30g 的酵母液及 30g 的高筋麵粉，攪拌均勻。
3. 在燒杯口覆蓋上一層保鮮膜並用紙膠帶封口。
4. 裁剪 9cm X 2cm 的格子紙，貼在燒杯外側做為量尺來標記酵母麵種高度。
5. 於一天之內在格子紙上記錄酵母麵種生長的高度。
6. 照相記錄酵母麵種的生長。



## 【實驗二】研究不同水果部位〈果皮、果肉、果芯〉對酵母液發酵的影響

操縱變因	蘋果: 分為 蘋果皮+蘋果肉、蘋果皮、蘋果肉 三組互相比較 葡萄: 分為 葡萄皮+葡萄肉、葡萄皮、葡萄肉 三組互相比較 鳳梨: 分為 鳳梨芯+鳳梨肉、鳳梨芯、鳳梨肉 三組互相比較 橘子: 分為 橘子皮+橘子肉、橘子皮、橘子肉 三組互相比較
應變變因	酵母菌汁的活性
控制變因	水果的重量、水的重量、糖的重量、發酵時間

### 階段一：溶液配製、封瓶

1. 首先將 12 個玻璃空瓶子用沸水煮過消毒，殺菌後瀝乾備用。
2. 水果洗淨後瀝乾，部份切丁備用。另一部份水果只取其果皮或果肉切丁備用。
3. 每一個瓶子放進水果 150g，糖 30g，白開水 300ml。
4. 在瓶口覆蓋上一層保鮮膜並用橡皮筋封住。
5. 在保鮮膜上戳八個小氣孔後將瓶蓋蓋上。
6. 每天早晚定時掀蓋通風十分鐘，並記錄溫度、溼度及酸鹼值。
8. 當酵母液氣泡充足，味道溫和不刺鼻時，代表培養成功。
9. 最後將水果過濾後保留酵母液並冷藏備用。

### 階段二：培養麵種

1. 將容量 250ml 的燒杯洗淨用熱水沖過消毒，殺菌後瀝乾備用。
2. 在每一個燒杯中放入 30g 的酵母液及 30g 的高筋麵粉，攪拌均勻。
3. 在燒杯口覆蓋上一層保鮮膜並用紙膠帶封口。
4. 裁剪 9cm X 2cm 的格子紙，貼在燒杯外側做為量尺來標記酵母麵種高度。
5. 於一天之內在格子紙上記錄酵母麵種生長的高度
6. 照相記錄酵母麵種的生長。



### 【實驗三】比較糖的添加量對酵母液發酵的影響

操縱變因	添加不同重量的糖
應變變因	酵母菌汁的活性
控制變因	水果的重量、水的重量、發酵時間

糖的添加比例表 I		單位:公克	
內容物	編號 1	編號 2	編號 3
糖	30	60	90
水果	150	150	150
水	300	300	300

糖的添加比例表 II		單位:公克		
內容物	編號 1	編號 2	編號 3	編號 4
糖	80	100	120	140
水果	150	150	150	150
水	300	300	300	300

#### 階段一：溶液配製、封瓶

1. 首先將 3 個玻璃空瓶子用沸水煮過消毒，殺菌後瀝乾備用。
2. 葡萄洗淨後瀝乾，對切成二半備用。
3. 每個瓶子放進水果 150g，白開水 300ml 及不同比例的糖，分別為 30g、60g、90g。
4. 在瓶口覆蓋上一層保鮮膜並用橡皮筋封住。
5. 在保鮮膜上戳八個小氣孔後將瓶蓋蓋上。
6. 每天早晚定時掀蓋通風十分鐘，並記錄溫度、溼度及酸鹼值。
7. 當酵母液氣泡充足，味道溫和不刺鼻時，代表培養成功。
8. 最後將水果過濾後保留酵母液並冷藏備用。

#### 階段二：培養麵種

1. 將容量 250ml 的燒杯洗淨用熱水沖過消毒，殺菌後瀝乾備用。
2. 在每一個燒杯中放入 30g 的酵母液及 30g 的高筋麵粉，攪拌均勻。
3. 在燒杯口覆蓋上一層保鮮膜並用紙膠帶封口。
4. 裁剪 9cm X 2cm 的格子紙，貼在燒杯外側做為量尺來標記酵母麵種高度。
5. 於一天之內在格子紙上記錄酵母麵種生長的高度。
6. 照相記錄酵母麵種的生長。

#### 【實驗四】比較不同種類的糖對培養酵母液的影響

操縱變因	添加相同重量的不同種類的糖
應變變因	酵母菌汁的活性
控制變因	水的重量、糖的重量、發酵時間

糖的添加比例表 第一次實驗		單位：公克		
內容物	編號 1	編號 2	編號 3	編號 4
糖類	白砂糖 30	果糖 30	蜂蜜 30	黑糖 30
水果	150	150	150	150
水	300	300	300	300

##### 階段一：溶液配製、封瓶

1. 首先將 4 個玻璃空瓶子用沸水煮過消毒，殺菌後瀝乾備用。
2. 葡萄洗淨後瀝乾，對切成二半備用。
3. 每一個瓶子放進水果 150g，不同種類的糖(白砂糖、果糖、蜂蜜、黑糖)30g，白開水 300ml。
4. 在瓶口覆蓋上一層保鮮膜並用橡皮筋封住。
5. 在保鮮膜上戳八個小氣孔後將瓶蓋蓋上。
6. 每天早晚定時掀蓋通風十分鐘，並記錄溫度、溼度及酸鹼值。
7. 當酵母液氣泡充足，味道溫和不刺鼻時，代表培養成功。
8. 最後將水果過濾後保留酵母液並冷藏備用。

##### 階段二：培養麵種

1. 將容量 250ML 的燒杯洗淨用熱水沖過消毒，殺菌後瀝乾備用。
2. 在每一個燒杯中放入 30g 的酵母液及 30g 的高筋麵粉，攪拌均勻。
3. 在燒杯口覆蓋上一層保鮮膜並用紙膠帶封口。
4. 裁剪 9cm X 2cm 的格子紙，貼在燒杯外側做為量尺來標記酵母麵種高度。
5. 於一天之內在格子紙上記錄酵母麵種生長的高度。
6. 照相記錄酵母麵種的生長。



### 【實驗五】比較酸鹼度對酵母液發酵的影響

操縱變因	糖水溶液的 pH 值
應變變因	酵母菌汁的活性
控制變因	水的重量、糖的重量、發酵時間

不同重量工研醋的添加表			單位:公克	
內容物	編號 1	編號 2	編號 3	編號 4
食用醋	0	5	10	15
白砂糖	30	30	30	30
水果	150	150	150	150

#### 階段一：溶液配製、封瓶

1. 首先將 4 個玻璃空瓶子用沸水煮過消毒，殺菌後瀝乾備用。
2. 葡萄洗淨後瀝乾，對切成二半備用。
3. 每一個瓶子放進水果 150g，糖 30g，白開水 300 ml 及不同比例的食用醋。
4. 在瓶口覆蓋上一層保鮮膜並用橡皮筋封住。
5. 在保鮮膜上戳八個小氣孔後將瓶蓋蓋上。
6. 每天早晚定時掀蓋通風十分鐘，並記錄溫度、溼度及酸鹼值。
7. 當酵母液氣泡充足，味道溫和不刺鼻時，代表培養成功。
8. 最後將水果過濾後保留酵母液並冷藏備用。

#### 階段二培養麵種

1. 將容量 250ml 的燒杯洗淨用熱水沖過消毒，殺菌後瀝乾備用。
2. 在每一個燒杯中放入 30 公克的酵母液及 30 公克的高筋麵粉，攪拌均勻。
3. 在燒杯口覆蓋上一層保鮮膜並用紙膠帶封口。
4. 剪長 9 公分、寬 2 公分的格子紙，貼在燒杯外側做為量尺來標記酵母麵種高度。
5. 於一天之內在格子紙上記錄酵母麵種生長的高度。
6. 照相記錄酵母麵種的生長。

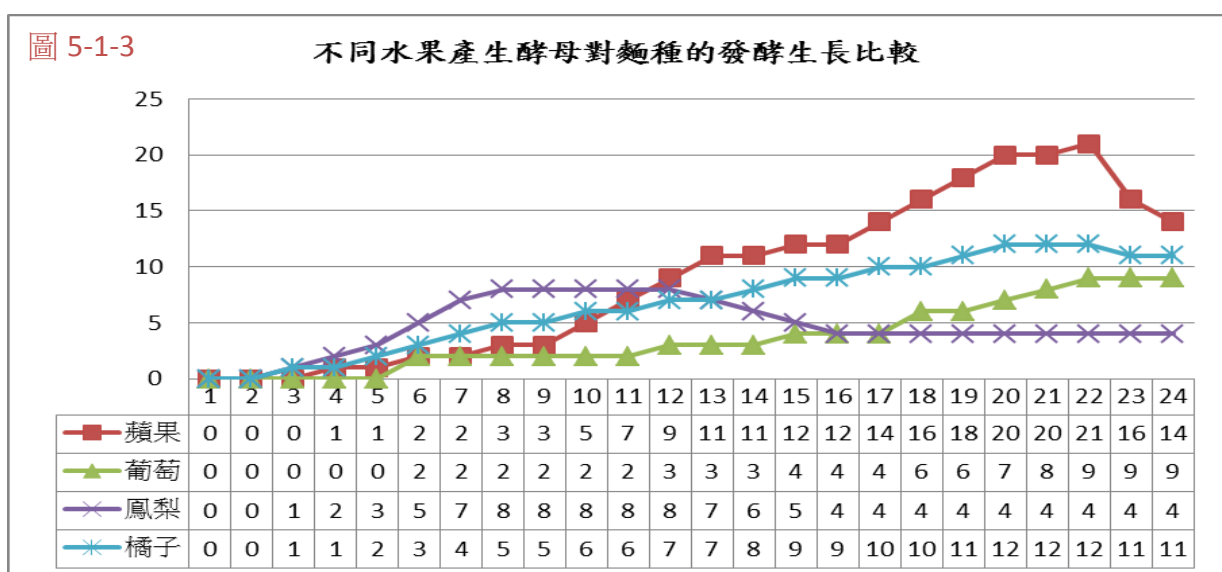
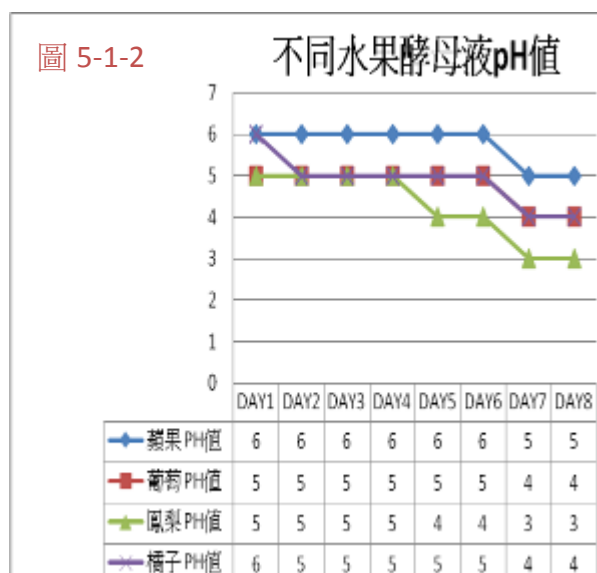
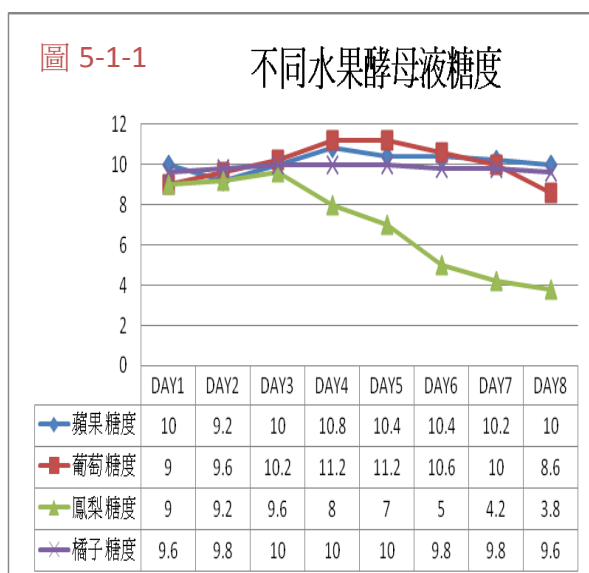


## 伍、 研究結果

### 一、 比較不同水果對培養酵母液的影響。

不同水果			DAY1	DAY2	DAY3	DAY4	DAY5	DAY6	DAY7	DAY8
			蘋果	PH值	6	6	6	6	6	6
	糖度 %		10	9.2	10	10.8	10.4	10.4	10.2	10
葡萄	PH值		5	5	5	5	5	5	4	4
	糖度%		9	9.6	10.2	11.2	11.2	10.6	10	8.6
鳳梨	PH值		5	5	5	5	4	4	3	3
	糖度%		9	9.2	9.6	8	7	5	4.2	3.8
橘子	PH值		6	5	5	5	5	5	4	4
	糖度%		9.6	9.8	10	10	10	9.8	9.8	9.6

《表 5-1》

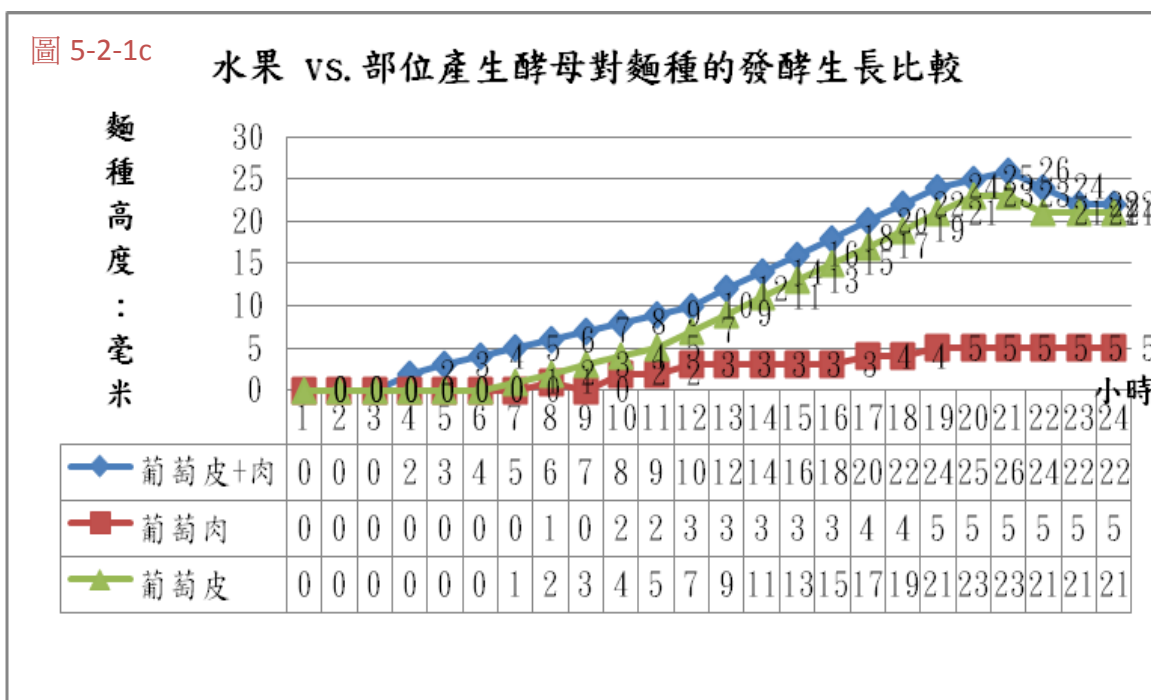
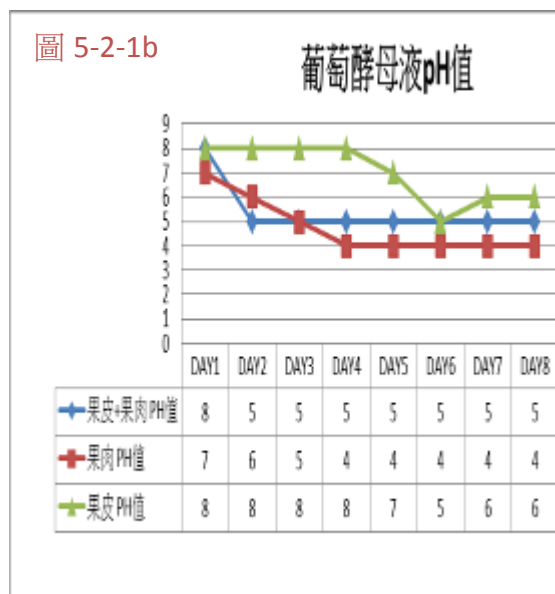
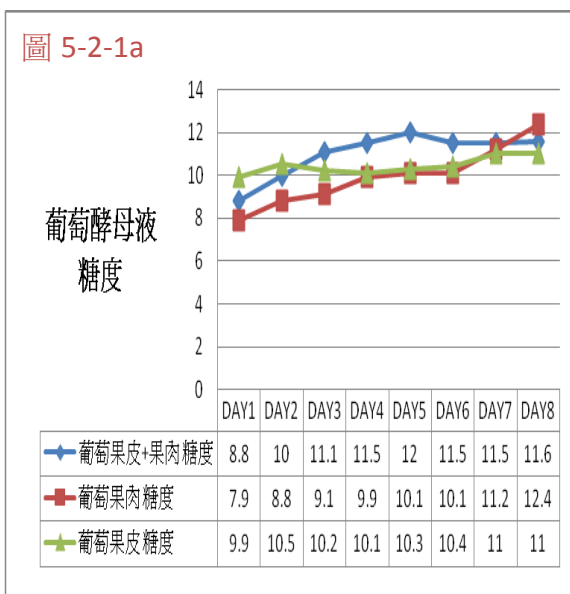


## 二、比較水果不同部位對培養酵母液的影響。

### (一) 葡萄

葡萄	果皮+果肉	PH值	8	5	5	5	5	5	5	5
		糖度%	8.8	10	11.1	11.5	12	11.5	11.5	11.6
	果肉	PH值	7	6	5	4	4	4	4	4
		糖度%	7.9	8.8	9.1	9.9	10.1	10.1	11.2	12.4
	果皮	PH值	8	8	8	8	7	5	6	6
		糖度%	9.9	10.5	10.2	10.1	10.3	10.4	11	11

《表 5-2-1》

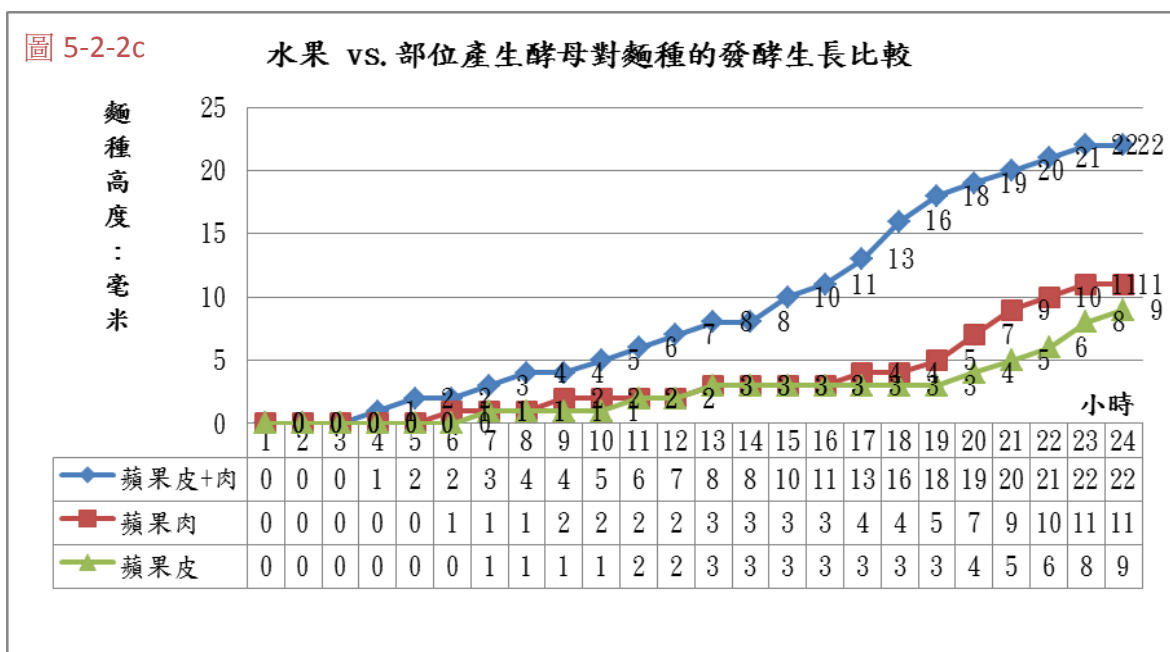
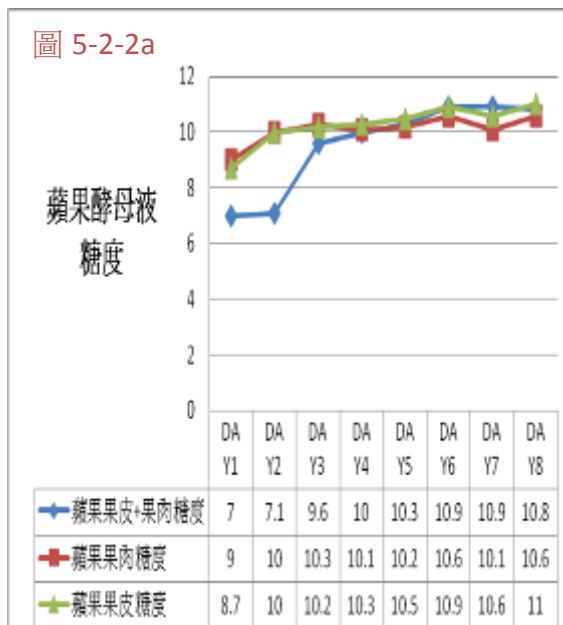




## (二) 蘋果

蘋果	果皮+果肉	PH值	8	8	8	8	8	8	7	6
		糖度 %	7	8.1	9.6	10	10.3	10.9	10.9	10.8
	果肉	PH值	8	8	8	8	8	8	8	8
		糖度%	9	10	10.3	10.1	10.2	10.6	10.1	10.6
	果皮	PH值	8	8	8	8	7	7	7	6
		糖度%	8.7	10	10.2	10.3	10.5	10.9	10.6	11

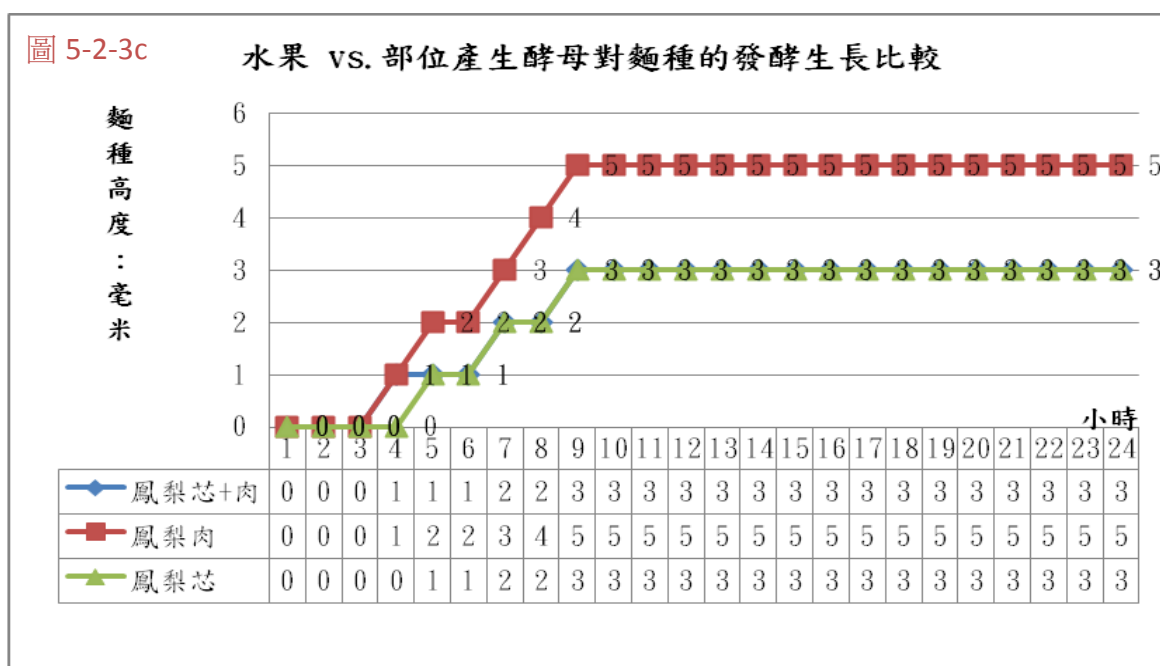
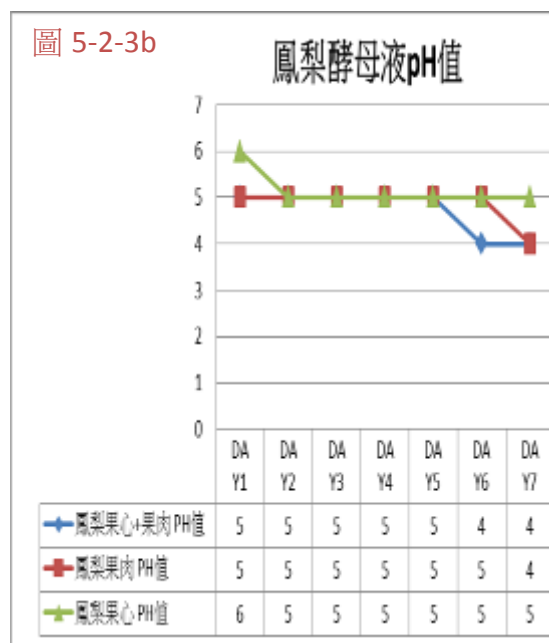
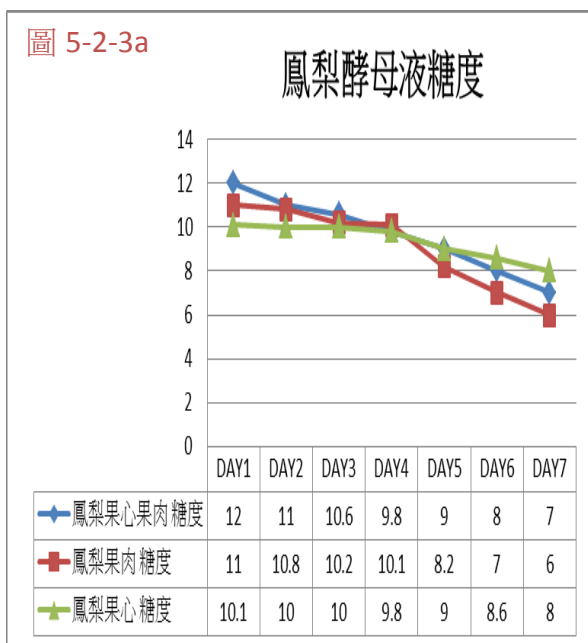
《表 5-2-2》



### (三) 鳳梨

鳳梨	果心+果肉	PH值	5	5	5	5	5	4	4
		糖度%	12	11	10.6	9.8	9	8	7
	果肉	PH值	5	5	5	5	5	5	4
		糖度%	11	10.8	10.2	10.1	8.2	7	6
	果心	PH值	6	5	5	5	5	5	5
		糖度%	10.1	10	10	9.8	9	8.6	8

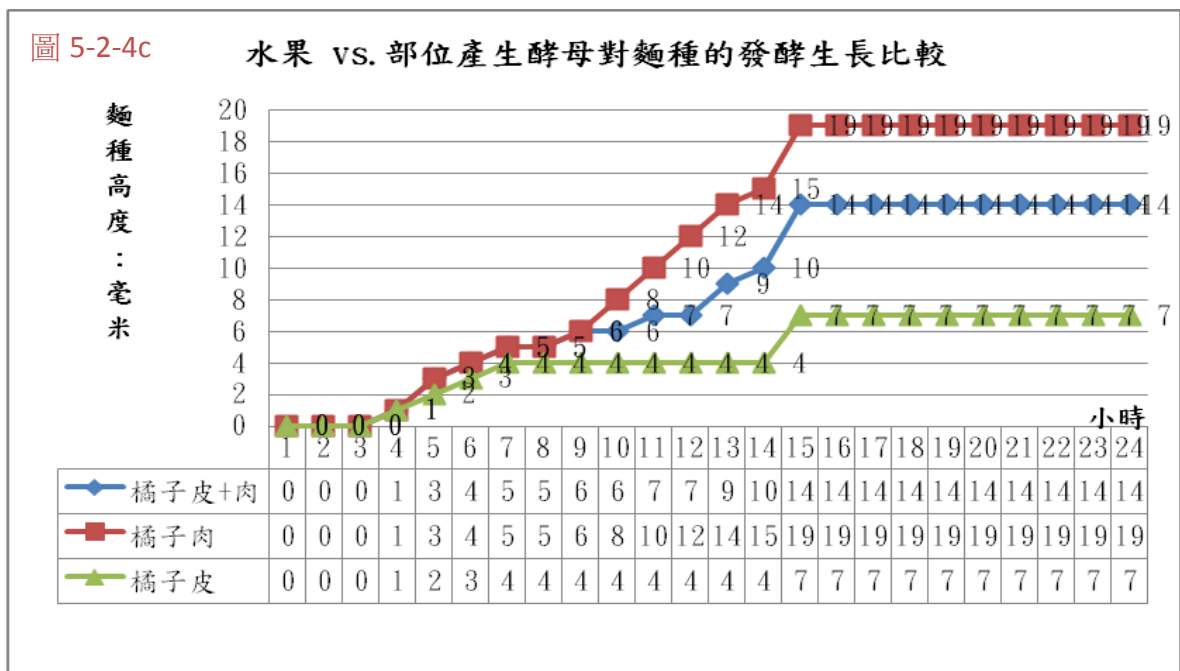
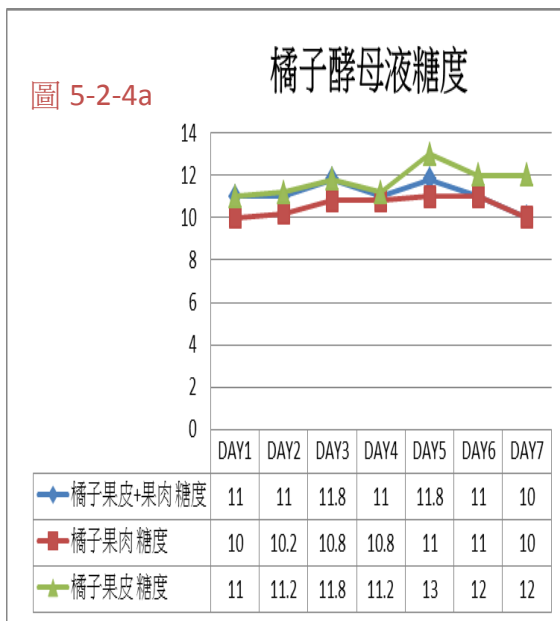
《表 5-2-3》



#### (四) 橘子

橘子	果皮+果肉	PH值	5	5	5	5	5	5	5
		糖度%	11	11	11.8	11	11.8	11	10
	果肉	PH值	6	6	6	5	5	5	5
		糖度%	10	10.2	10.8	10.8	11	11	10
	果皮	PH值	7	7	7	6	6	5	5
		糖度%	11	11.2	11.8	11.2	13	12	12

《表 5-2-4》

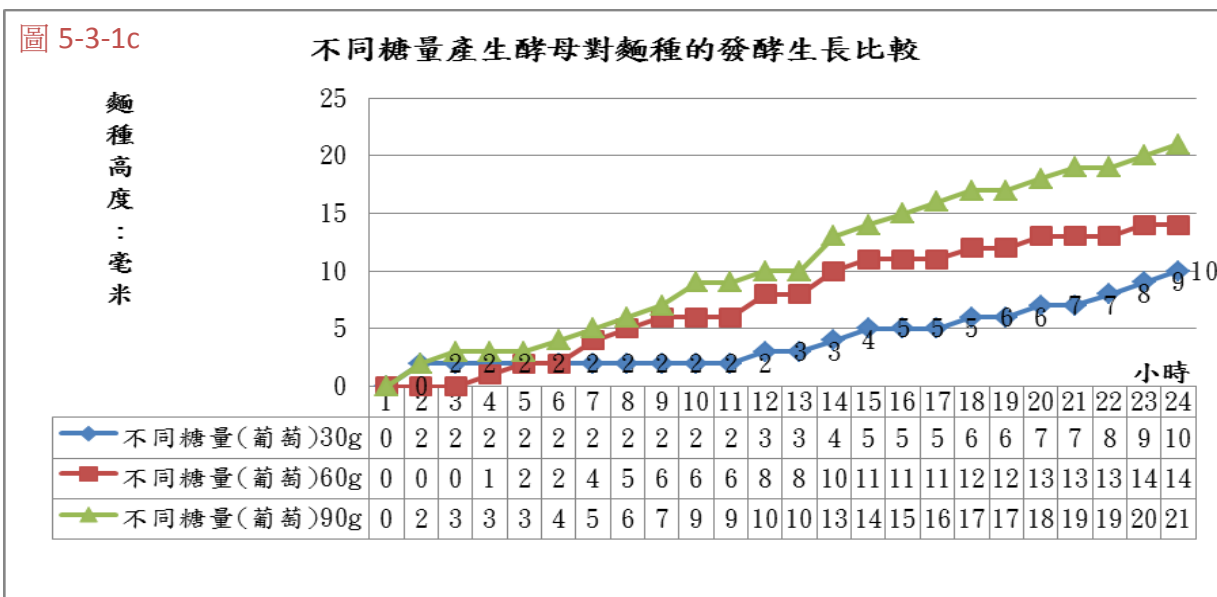
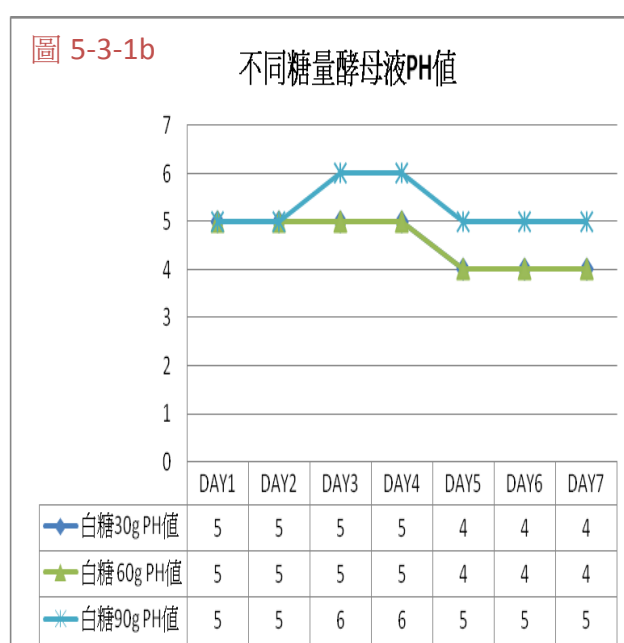
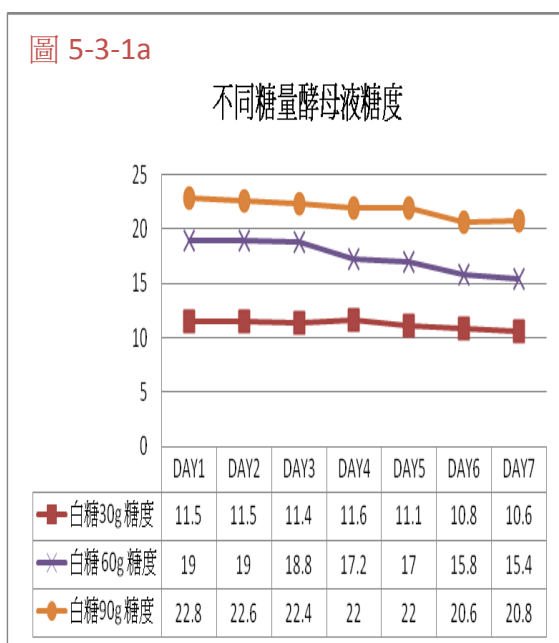


### 三、比較糖的添加量對培養酵母液的影響。

#### 【實驗 I】

不同糖%	白糖30g	PH值	DAY1	DAY2	DAY3	DAY4	DAY5	DAY6	DAY7
		糖度%	11.5	11.5	11.4	11.6	11.1	10.8	10.6
	白糖60g	PH值	5	5	5	5	4	4	4
		糖度%	19	19	18.8	17.2	17	15.8	15.4
	白糖90g	PH值	5	5	6	6	5	5	5
		糖度%	22.8	22.6	22.4	22	22	20.6	20.8

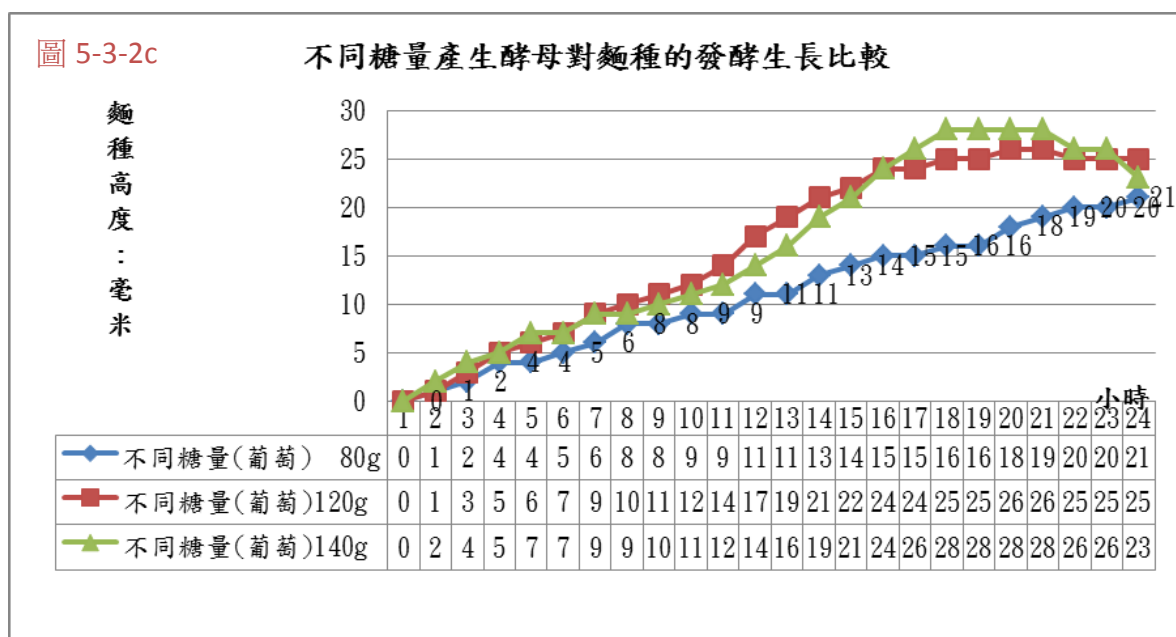
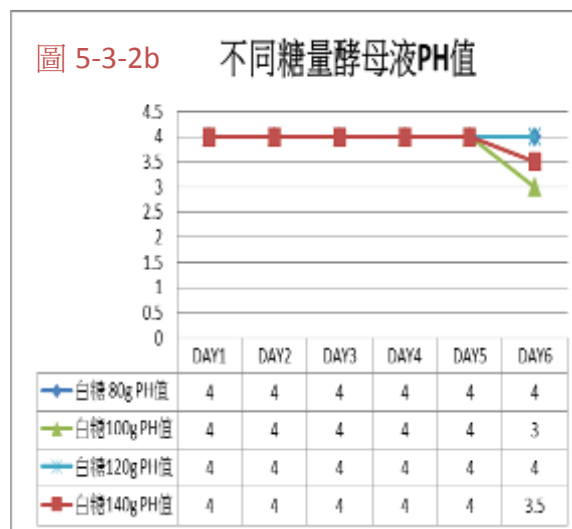
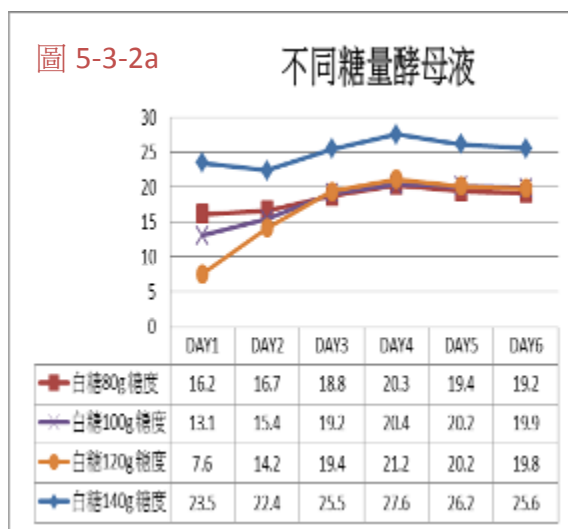
《表 5-3-1》



【實驗 II】

不同糖%	白糖80g	PH值	DAY1	DAY2	DAY3	DAY4	DAY5	DAY6
		糖度%	16.2	16.7	18.8	20.3	19.4	19.2
白糖100g	PH值	4	4	4	4	4	3	
	糖度%	13.1	15.4	19.2	20.4	20.2	19.9	
白糖120g	PH值	4	4	4	4	4	4	
	糖度%	7.6	14.2	19.4	21.2	20.2	19.8	
白糖140g	PH值	4	4	4	4	4	3.5	
	糖度%	23.5	22.4	25.5	27.6	26.2	25.6	

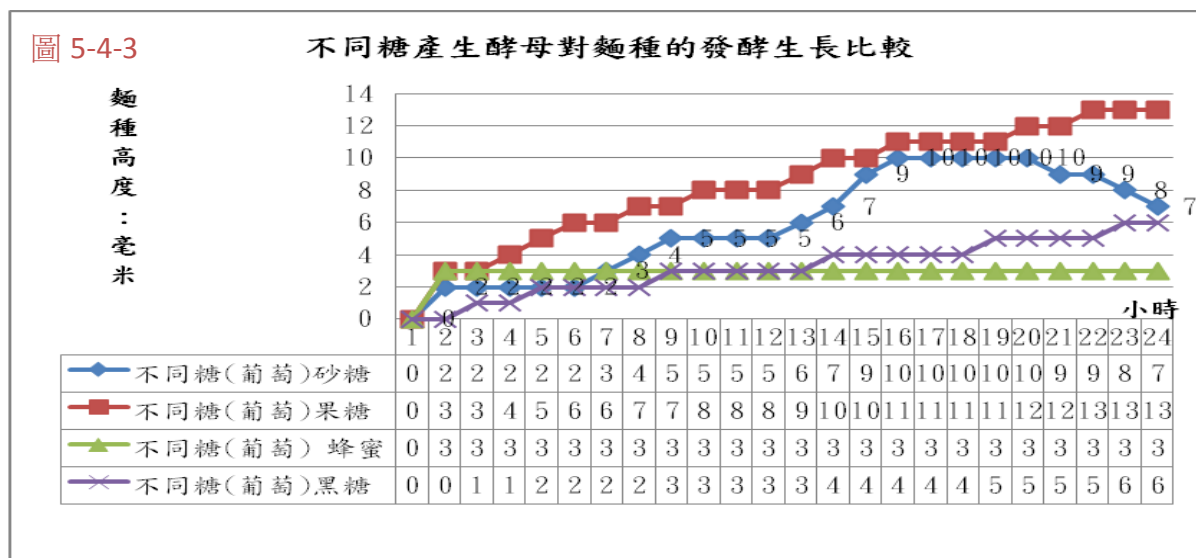
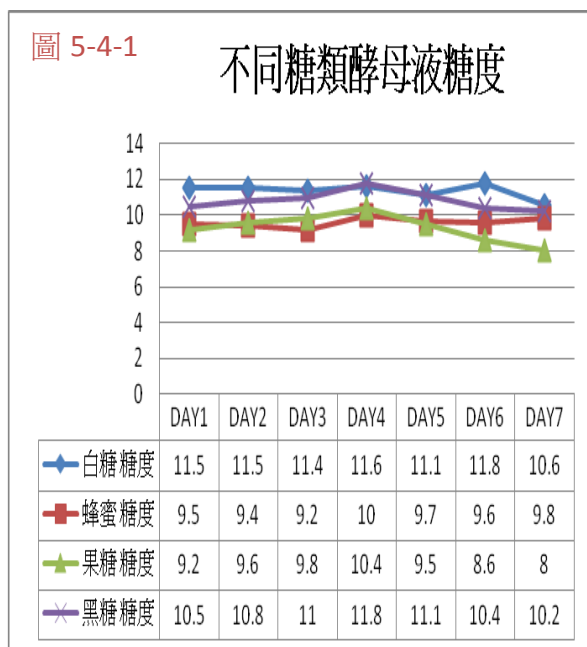
《表 5-3-2》



四、比較不同種類的糖對培養酵母液的影響。

不同糖類	白糖	PH值	DAY1	DAY2	DAY3	DAY4	DAY5	DAY6	DAY7
		糖度%	11.5	11.5	11.4	11.6	11.1	11.8	10.6
	蜂蜜	PH值	5	5	5	5	5	5	5
		糖度%	9.5	9.4	9.2	10	9.7	9.6	9.8
	果糖	PH值	5	5	4	4	4	4	4
		糖度%	9.2	9.6	9.8	10.4	9.5	8.6	8
	黑糖	PH值	5	5	5	4	4	4	4
		糖度%	10.5	10.8	11	11.8	11.1	10.4	10.2

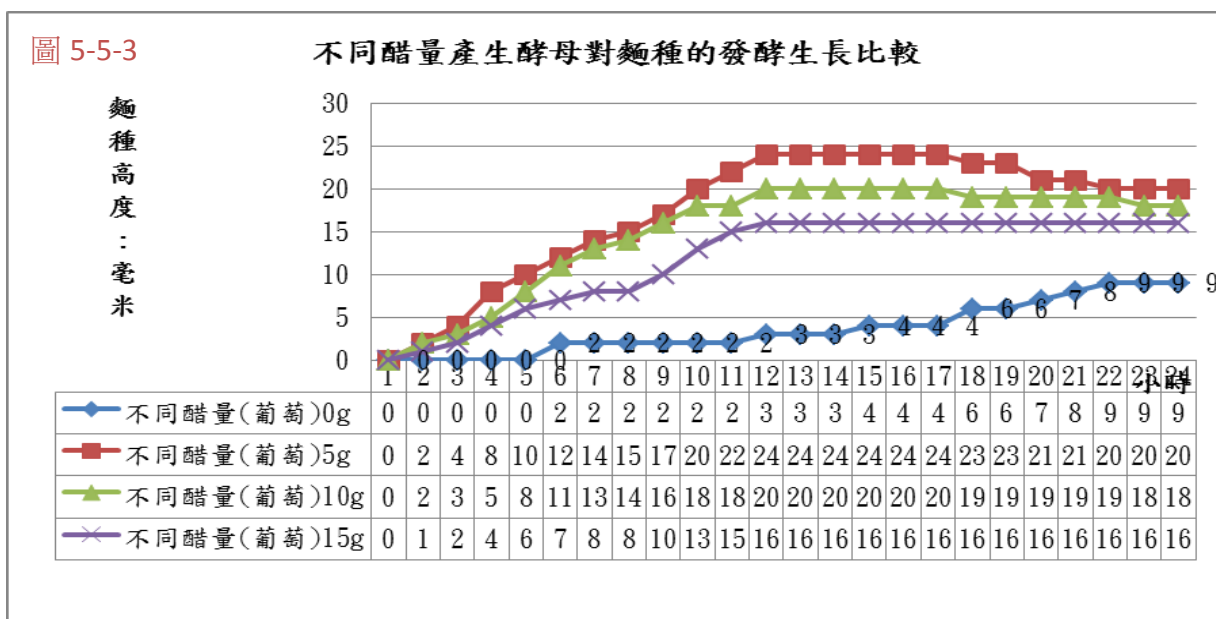
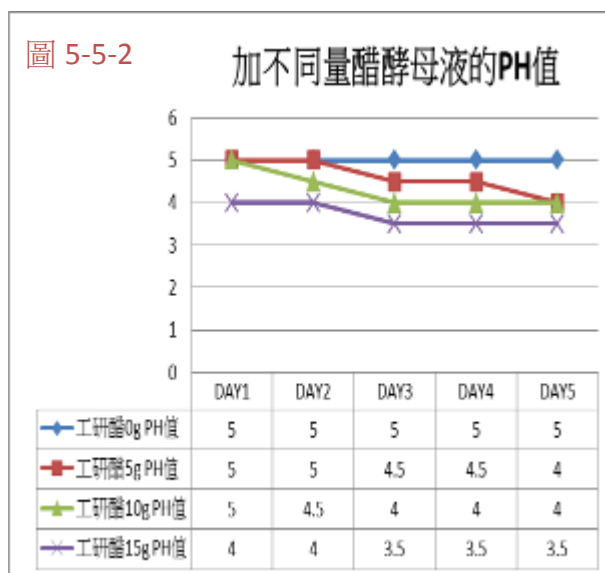
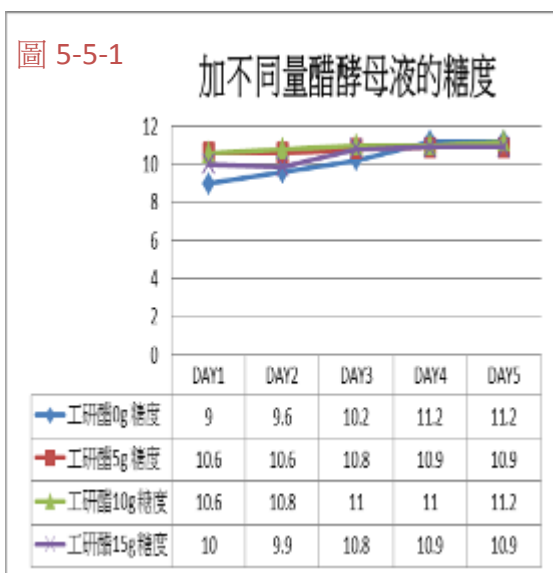
《表 5-4》



五、比較酸鹼度對培養酵母液的影響。

不同酸度	加醋 0g	PH值	DAY1	DAY2	DAY3	DAY4	DAY5
		糖度%	5	5	5	5	5
	加醋 5g	PH值	5	5	4.5	4.5	4
		糖度%	10.6	10.6	10.8	10.9	10.9
	加醋10g	PH值	5	4.5	4	4	4
		糖度%	10.6	10.8	11	11	11.2
	加醋15g	PH值	4	4	3.5	3.5	3.5
		糖度%	10	9.9	10.8	10.9	10.9

《表 5-5》



## 陸、討論

### 【實驗一】比較不同水果對培養酵母液的影響

- (一) 天然酵母會因選擇培養的原料不同，培養出不同的酵母液，所烘焙出的麵包也會產生不同的風味與質感，而且每種水果產生適合做麵包的酵母液的培養期也不一定。在實驗一中，以四種水果（蘋果、葡萄、鳳梨和橘子）為培養酵母液的原料，由圖 5-1-3 可知，蘋果、葡萄、橘子的酵母液在麵糰中的發酵作用最為穩定。
- (二) 我們選擇的四種水果都有著濃郁的果香，所以在培養酵母液的過程中，都能保留著自然的香氣。唯獨葡萄，它跟其他酵母液不同的是，其他酵母液就只有原本水果的香氣，但它卻漸漸的帶了一點酒香，味道隨著酵母菌增加而逐漸變濃。
- (三) 四種水果中，只有橘子為時令水果，無法一年四季隨時都能買到。
- (四) 綜合以上討論，我們選擇葡萄、蘋果為之後實驗的主要原料。
- (五) 透過查詢資料和討論，得知酵母菌並不是均勻的分佈在水果每一個部位上，水果中不同的部位如果皮、果肉、果芯，酵母菌的含量也會不同。因此再下一個實驗中，我們選用水果的不同部位進行實驗和比對，希望能找出哪個部位的酵母菌含量比較多。

### 【實驗二】比較水果不同部位對培養酵母液的影響

- (一) 由圖 5-2-1c 顯示，由葡萄果肉、葡萄皮和葡萄皮+果肉所培養出的酵母液，在麵糰中的發酵程度比較為：葡萄皮+果肉 > 葡萄皮 > 葡萄果肉。因此我們可以推論葡萄皮上存在較多的酵母菌。
- (二) 由圖 5-2-2c 顯示，由蘋果果肉、蘋果皮和蘋果皮+果肉所培養出的酵母液，在麵糰中的發酵程度比較為：蘋果皮+果肉 > 蘋果果肉 > 蘋果皮。因此我們可以推論蘋果果肉上存在較多的酵母菌。
- (三) 由圖 5-2-3c 顯示，由鳳梨果肉、鳳梨芯和鳳梨芯+果肉所培養出的酵母液，在麵糰中的發酵程度比較為：鳳梨果肉 > 鳳梨芯+果肉 > 鳳梨芯。由此結果可以推論在鳳梨果肉中有較多的酵母菌。
- (四) 由圖 5-2-4c 顯示，由橘子果肉、橘子果皮和橘子果皮+果肉所培養出的酵母液，在麵糰中的發酵程度比較為：橘子果肉 > 橘子果皮+果肉 > 橘子果皮。因此我們可以得知在橘子果肉裡有較多酵母菌。



### 【實驗三】比較糖的添加量對培養酵母液的影響

- (一) 從圖 5-3-1c 中可得知，酵母菌的活動能力與添加的糖量有相對的關係。添加的糖量越多，越容易發酵，發酵的狀況較快。
- (二) 透過查詢的資料顯示，得知糖水濃度對酵素的影響並非線性關係，因為當添加的糖量過多時，會抑制酵母菌的活性。其中的原因在於糖水的濃度會影響「滲透作用」，如果糖水的濃度過高會使酵母菌細胞因“脫水”而死亡。
- (三) 因此我們決定再重作一次實驗，加大糖的添加量，想確認當添加的糖量過多時，是否真的會抑制酵母菌的活性。
- (四) 第二次實驗，糖的添加量為 80g、100g、120g、140g，其中添加 100g 糖的培養液因污染發霉，而無法完成發酵作用。剩餘的三瓶培養液與麵粉揉合成麵糰，麵糰的高度，如圖 5-3-2c 顯示，當添加的糖到 140g(濃度 31.8%)時，酵母菌的活力與添加的糖量仍呈正向關係。

### 【實驗四】比較不同種類的糖對培養酵母液的影響

- (一) 從圖 5-4-3 中顯示，酵母菌在不同糖類裡的發酵速率依次為：果糖 > 白砂糖 > 黑糖 > 蜂蜜。
- (二) 在查詢的資料中，我們得知酵母菌能夠直接吸收利用多種單糖分子，比如葡萄糖、果糖等，但酵母菌與雙糖類，例如蔗糖（白砂糖裡含蔗糖 95%以上的結晶體，黑糖的精製程度比較低，內含不到 80%的蔗糖外，還保留了不少礦物質及維生素），因此需要在胞外酶作用下，水解為單糖再被吸收利用，所以發酵的速率會變慢。再則酵母菌不能直接利用多醣類物質，因為蜂蜜的主要成份是醣類，它占蜂蜜總量的四分之三以上，但其中包含單糖、雙糖和多醣類，所以當酵母菌和蜂蜜作用時，蜂蜜必須多經過糖化的程序，才能被酵母菌進一步發酵利用，自然需要更多的時間。

### 【實驗五】比較酸鹼度對培養酵母液的影響

- (一) 依據查到的資料指出，酵母菌能在 pH 值為 3.0-7.5 的範圍內生長，最適合的 pH 值為 pH 4.5-5.0。比較圖 5-5-2、5-5-3 中的葡萄（添加了不同量的食用醋），很明顯在比較酸性的環境中，酵母菌的生成是比較快的，但當添加的食用醋過量時，也會抑制發酵作用。
- (二) 由圖 5-5-2、5-5-3 得知，酵母培養液在 pH 值 4.5 左右，所培養出來的酵母菌，活性最好。所以在麵糰發酵中，產生了比較多的二氧化碳，使麵糰的高度相較之下比較高。但隨著酵母培養液 pH 值的降低（添加食用醋的量增多），會讓酵母菌的蛋白質結構改變，造成活性減弱。

## 柒、結論

- 一、台灣是一年四季都生產水果的寶島，不僅種類繁多，有些季節性的水果經過改良也可以全年供應。因此在這一次實驗中的選樣就是針對平時很容易購買到的水果。然而在實驗過程中，經歷了夏天和冬天的氣溫，得知在夏天時，因為氣候溫熱潮溼，酵母液達到穩定期只需 3-5 天，但空氣中各種細菌也容易滋長，在酵母液的培養過程中需要小心謹慎，避免汙染及雜菌滋生的問題。冬天時，因為溫度較低，酵母生長的天數相對來說，就需要更多的時間，約 5-7 天，但也因為時間長，和空氣接觸的時間也變多，也容易受到汙染。
- 二、從實驗中得知，每種水果的果皮、果肉和果芯都有酵母菌的存在，只是含酵母菌數量多寡的不同。所以在培養酵母液的過程中，便要以減低汙染源為首要，避免培養液受到汙染而發黴。因此在處理培養的原料時，如能去皮，儘量去皮以隔絕汙染源；如不方便，例如葡萄，水果的表皮要洗乾淨並把表皮的水盡可能擦乾，這樣可以降低培養液被汙染的機率。
- 三、在酵母菌培養液中所添加的糖量會影響酵母菌的作用，添加的糖量越多，則酵母在麵糰中產生的二氧化碳就越多，代表酵母培養液的活性越好。但當糖的添加量過多時，反而會抑制酵母菌的活動能力。
- 四、本實驗將酵母菌放入四種不同種類的糖進行發酵，因為糖類分子結構的不同，酵母菌的發酵速率也不同。果糖為單醣類，所以酵母菌可以直接吸收利用，發酵速率最快；白砂糖與黑糖的成分大多為蔗糖（屬於雙醣類），蔗糖需先分解成單醣，酵母菌才能行發酵作用；蜂蜜因含有少部份的多醣類，需要更多的程序去轉化為單醣，才能使酵母菌可以吸收利用。
- 五、在培養酵母液過程中，加入適量的酸性物質，是有助於酵母菌的發酵，一方面添加適量的酸能使培養液呈現弱酸性，有助增加酵母菌的活性，但加入過多的酸，還是會破壞酵母菌的活性，甚至無法發生發酵作用。綜合比較得知在有氧的環境下，酵母在不同酸性的培養液中活性的大小為：  
 $\text{pH } 4.5 \text{ (5g 的醋)} > \text{pH } 4.0 \text{ (10g 的醋)} > \text{pH } 3.5 \text{ (15g 的醋)} > \text{pH } 5.0 \text{ (0g 的醋)}$
- 六、雜菌汙染是酵母液質量不穩定的重要原因之一，表現為酵母菌細胞數少，出芽率低，含雜菌多，生酸幅度大，產生的氣體（泡沫）少。為了穩定酵母液的質量，可以利用微生物種類（酵母菌和汙染雜菌）不同，要求生長的最適合 pH 值就有很大的差別，所以我們建議在酵母培養液中加入適量的酸，使培養液的 pH 值能達到適合酵母的生長，同時能抑制雜菌的生長。
- 七、綜合以上的結果我們得知：在培養水果酵母液的過程中，只要不被汙染，發酵都能順利完成，只是需要的時間長短不同（會因為氣溫、培養原料、添加物而產生變化）。因此在室溫下，首先要小心避免酵母培養液被汙染，使用果糖（單醣），

添加少許的酸，pH 值在 4.5 左右，糖水濃度<31.8%時，糖的添加量越多，都能加速發酵的速率。

## 捌、參考資料

- 1、鄭涵王/譯（2002）日本超人氣麵包店：天然酵母麵包烘焙技術。臺灣東販。
- 2、福王寺明（2009）天然酵母麵包的技術教本。臺灣東販。
- 2、黑田容子（2011）養麵種，不失敗！天然酵母作麵包。出版菊。
- 3、太田幸子（2011）自製天然酵母作麵包：沒養過、沒作過，也能輕鬆學會的不敗訣竅。良品文化。
- 4、網站資源

酵母菌培養基配方最佳化之研究

[http://eshare.stust.edu.tw/EshareFile/2010\\_6/2010\\_6\\_cdb6747b.pdf](http://eshare.stust.edu.tw/EshareFile/2010_6/2010_6_cdb6747b.pdf)

發酵與酵素

<http://www.bio.fju.edu.tw/excel/content04/html/11.htm>

大地烘焙

<http://laterre23.pixnet.net/blog/post/19866798>

醒來吧! 酵母菌

[http://www.youtube.com/watch?v=zD8b5Gy8P60&feature=youtube\\_gdata\\_play](http://www.youtube.com/watch?v=zD8b5Gy8P60&feature=youtube_gdata_play)

## 【評語】 080213

本研究以麵種發酵的情形探討自製水果酵母液的影響因素，實驗設計具系統性且有實際應用之價值。唯應增加實驗的重複次數以提升實驗結果的準確性。